

Detecção de profundidades náuticas no Arco Lamoso da foz do rio Amazonas:
dificuldades e perspectivas futuras

Instituição: UNIPILOT

Autores: Aderson Gregorio; Ernesto Molinas & Leandro Caiaffa Orçay

E-mail dos autores: hidrografia@unipilot.com; hidrodinamica@unipilot.com;
caiaffa@praticagemrioamazonas.com

RESUMO

O Arco Lamoso (ou Zona do Agrião) é uma zona de baixas profundidades localizada na foz do rio Amazonas. Caracteriza-se pelo substrato coberto por lama e, em algumas regiões, se observam depósitos de lama fluida. Nos últimos cinco anos, a UNIPILOT ZP-1 vem realizando fundeios nessa região, obtendo dados com ecobatímetro monofeixe de dupla frequência (38 kHz e 200 kHz) e de salinidade (CTD). Simultaneamente, dados de maré são coletados a 63 MN do ponto de fundeio. Os dados obtidos, conforme o esperado, mostraram que a frequência de 38 kHz detecta maiores profundidades náuticas quando comparada com a frequência de 200 kHz. Nos dados coletados em novembro, foi possível observar uma variação sistemática nas profundidades medidas, sendo essa diferença máxima na preamar na ordem de 30 cm e praticamente nula na baixamar (em torno de 5 cm). No entanto, dados coletados em julho mostraram diferença na ordem de 1,25 m. Nas regiões onde ocorre lama fluida, as embarcações podem navegar com folga reduzida ou mesmo sem folga abaixo da quilha, respeitando-se o conceito de fundo náutico. Com base nos resultados obtidos e no referencial teórico consultado, é possível concluir que, por conta da lama fluida e de sua espessura variável na Barra Norte, ocorre a perda de centímetros (ou até de metros) de calado, devido à variação das profundidades náuticas de acordo com a maré e a descarga do rio Amazonas. Outrossim, em situações de navegação com pequena folga abaixo da quilha, a lama em suspensão altera o funcionamento dos ecobatímetros de alta frequência (200 kHz), que são amplamente utilizados nos navios mercantes. Ocorre, então, a detecção de profundidades imprecisas ou mesmo a não detecção (“perda do fundo”). Portanto, a determinação da profundidade náutica segura em regiões de canais de fundo lamoso demanda um processo iterativo, que poderá envolver a sondagem experimental utilizando equipamentos com várias frequências de detecção de profundidades e fundo náuticos; neste caso, poder-se-á atingir essa precisão adotando medidas adicionais, tais como o monitoramento da maré contínuo e a realização de sondagem nas mesmas condições ambientais em toda a área. Essas medidas melhoram a qualidade dos dados do LH, diminuem as incertezas propagadas e, como consequência, possibilitam a exploração sustentável da lâmina d’água e o aumento do calado dos navios, apenas com a correta representação do fundo náutico e a boa determinação das profundidades náuticas.

Variação do nível do rio Amazonas em Macapá/AP e Ponta do Céu/AP

Instituição: UNIPILOT

Autores: Aderson Gregorio

E-mail dos autores: hidrografia@unipilot.com

RESUMO

No presente trabalho, mostramos como foram analisados dados de maré obtidos junto à Rede Maregráfica Permanente para Geodésia (RMPG) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), sendo escolhidas as estações de Macapá/AP, Santana/AP e de uma estação maregráfica montada pela UNIPILOT em Ponta do Céu (foz do Amazonas). Conforme análise, os valores extremos acontecem em consonância com o ano hidrológico: níveis mais elevados ocorrem no período de cheia do rio (março a maio), sendo o inverso observado na estiagem (outubro a dezembro). Os termos “cheia” e “estiagem” são aqui considerados em função da distribuição das chuvas ao longo do ano. Uma vez que a área de estudo se localiza em uma região sob influência de maré, as variações do nível d’água são moduladas fortemente pela Lua. Nesse sentido, as maiores (preamar) e as menores (baixamar) alturas da maré acontecem nas marés de sizígia, ou seja, nas fases de Lua Cheia e Lua Nova. No entanto, a alteração do nível médio do rio Amazonas em função da distribuição das chuvas faz com que os níveis de preamar também variem ao longo do ano. No período de cheia, os níveis de preamares podem ser até 1 m maiores que as preamares da seca. Tendo em vista que em muitas regiões do rio Amazonas a navegação depende da maré, observar que no período de cheia as preamares também são maiores permite aumentar o calado das embarcações de maneira segura e sustentável. Para tanto, a análise harmônica desses dados históricos, bem como o monitoramento contínuo, são processos fundamentais para o bom funcionamento e o aproveitamento dos potenciais das hidrovias da Amazônia.

Sistema de Monitoramento Ambiental para Medição de Salinidade da Água do Mar

Alan Júlio de Almeida (a) , Geraldo Roberto Carvalho Cernicchiaro (a)

(a) Laboratório de Instrumentação e Medidas, CBPF, RJ, Brasil

*alanjalmeida@gmail.com, geraldo@cbpf.br

RESUMO

Este projeto apresenta o desenvolvimento de um protótipo de um sistema de monitoramento ambiental com aplicações no âmbito da colaboração com o Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, IEAPM, para realizações de medidas de salinidade da água do mar in situ. Foi desenvolvido para ser utilizado como perfilador em queda livre, porém também pode ser utilizado como perfilador estático ou mesmo em uma posição fixa. O sistema eletrônico embarcado apoia-se no emprego de microcontroladores e eletrônica analógica para condicionamento de sinais e possui recursos de relógio de tempo real, comunicação serial e gravação de dados, além de sensores de pressão, temperatura e condutividade. Foram alcançadas inovações na medição de condutividade pelo método de corrente contínua em célula de quatro eletrodos, e na medição de maré ou profundidade pelos dados de pressão. Os ensaios em laboratório permitiram a aferição dos sensores de temperatura e pressão, bem como o refinamento da técnica de medida adotada no sensor de condutividade desenvolvido. Os testes em campo serão acompanhados por medições paralelas realizadas com CTD e análise de amostras com AutoSAL para demonstrarem a aplicabilidade do instrumento.

Interação do campo de vento em superfície e a temperatura da superfície do mar na frente termal da Corrente do Brasil na Bacia de Campos.

Instituição: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Autores: Alana Magda Ribeiro de Sales; Milton Kampel; João Antônio Lorenzzetti

E-mail dos autores: {alana.sales;milton.kampel;[joao.lorenzetti](mailto:joao.lorenzetti@inpe.br)}@inpe.br

RESUMO

A interação oceano-atmosfera desempenha um papel importante na regulação do clima global e no transporte de energia. O vento fornece energia substancial impulsionando a circulação em grande e mesoescala. Estudos relatam que a temperatura da superfície do mar (TSM) está negativamente correlacionada com o vento em superfície em grande escala. Esse comportamento indica que o oceano responde passivamente a fluxos de calor induzidos pelo vento, sendo resfriado pela mistura vertical. No entanto, há evidências observacionais em mesoescala de correlação positiva, encontrada principalmente nas regiões de frentes termais, sendo estas mais proeminentes em sistemas de correntes de contorno como a Corrente do Brasil (CB). A velocidade do vento é maior em águas quentes e menor em águas frias, indicando que o vento está sob a influência de variações da TSM. O objetivo do presente estudo é avaliar se os gradientes termais superficiais associados com a frente onshore da CB na Bacia de Campos modulam a velocidade do vento nesta região. A frente termal da CB é extraída de imagens orbitais no infravermelho-termal, e o campo de vento em superfície é extraído de imagens de radar de abertura sintética (SAR, em inglês), operando em banda-C. Os resultados preliminares indicam que quando o vento sopra ao longo da (perpendicularmente à) frente termal, a TSM mais fria (ou mais quente) leva à desaceleração (ou aceleração) do vento, gerando nos casos de vento ao longo ou perpendicular, às anomalias no rotacional, na divergência, e no estresse do vento. Compreender essas interações pode ser útil em relação a fenômenos climáticos, uma vez que possui implicações na previsão e no monitoramento das condições oceânicas e atmosféricas. Compreender essas interações pode ser útil em relação a fenômenos climáticos, uma vez que possui implicações significativas na previsão e no monitoramento das condições oceânicas e atmosféricas.

Modelagem Numérica Retroativa para Identificação de Fontes de Plásticos no Extremo Sul do Brasil

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Programa de Pós-Graduação em Oceanologia (PPGO)

Autores: Ana C. S. Farias, Grasiela L. L. Pinho, Isabel Jalon-Rojas, Pablo Dias da Silva, Rémi Bouyssou e Elisa H. L. Fernandes

E-mail dos autores: anacsoaresff@gmail.com, grasielapinho@hotmail.com, isabel.jalon-rojas@u-bordeaux.fr, pdias5@yahoo.com.br, remi.bouyssou@inrae.fr e fernandes.elisa@gmail.com

RESUMO

Nas regiões costeiras e marinhas, os macroplásticos (MaP; 5 - 50 cm) causam impactos relacionados à ingestão e emaranhamento por organismos, bem como alteração de habitat, representando ainda uma fonte de contaminação secundária por microplásticos. O estudo das vias de transporte de plásticos entre ambientes como lagoas e estuários até as regiões costeiras é uma das abordagens que contribuem para o entendimento dessa problemática, sendo os modelos numéricos uma metodologia de ampla cobertura espacial e temporal que fornece a compreensão das trajetórias desses detritos e permite a identificação das regiões de deposição e origem dos plásticos. O presente estudo buscou compreender os padrões de transporte de MaPs flutuantes entre a Lagoa dos Patos e a Praia do Cassino, adjacente ao Estuário da Lagoa dos Patos (ELP), no Sul do Brasil. Para investigar as trajetórias e destinos dos MaPs foi utilizado o TrackMPD, um modelo numérico 3D de rastreamento de partículas com características definidas. As simulações foram realizadas durante o verão (01/02-20/03) e o inverno (01/09-22/09) de 2016 de forma regressiva (*backward*), para identificar as possíveis fontes (marinhas ou estuarinas) dos MaPs depositados na Praia do Cassino. O modelo considera as condições meteoceanográficas da região calculadas pelo Modelo TELEMAC-3D para simular o transporte de partículas. Foram escolhidos dois locais para lançamento de partículas: o ponto P1, a aproximadamente 5 km de distância da desembocadura do ELP e, o ponto P2, em uma região remota da Praia do Cassino a 50 km de distância do P1. Em cada local, foram lançadas 100 partículas, as quais tiveram suas características configuradas para representar MaPs de 8 cm feitos de Polietileno de Baixa Densidade ($0,94 \text{ g/cm}^3$), representando sacolas plásticas. Os resultados mostram que no período de verão, embora todas as partículas lançadas no P1 tenham passado algum período de residência (~ 35 dias) no ELP, nem todas ($< 10\%$) possuíram o estuário como origem, indicando portanto origem estuarina e marinha. Quanto às fontes estuarinas, 9% das partículas indicaram como origem o Canal de São Gonçalo, que conecta a Lagoa dos Patos à Lagoa Mirim. No ponto P2, embora a maioria das partículas tenha origem marinha ($> 90\%$) oriundas do sul, quase todas tiveram um período de residência no ELP em função da ação das correntes e ventos do período de verão. Já para o período de inverno, todas as partículas do ponto P1 indicaram origem estuarina, com ~ 18 dias de residência no ELP antes de saírem para a região costeira adjacente e se depositarem na Praia do Cassino. No P2, entretanto, os resultados indicaram que todas as partículas possuíam origem marinha e também eram oriundas do sul (como no verão), e antes de se depositarem na Praia do Cassino entraram no ELP de forma temporária. Embora os resultados apresentados sejam temporalmente parciais, já é possível inferir que existem diferenças entre as origens de plásticos nos dois pontos estudados, ocorrendo no primeiro local acúmulo de MaPs majoritariamente oriundos do ELP e no segundo o acúmulo de MaPs de origem marinha.

Modelagem Físico-Biogeoquímica na Bacia de Santos

Instituição: Laboratório de Oceanografia Física – LOF/COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil

Autores: Lara, A. C. R.; Gabioux, M.Brandini, F.; Moreira, D.L.; Paiva, A.M.

E-mail dos autores: anacarinelara@oceanica.ufrj.br

RESUMO

Do ponto de vista oceanográfico, a Bacia de Santos é caracterizada por uma intensa atividade de mesoescala, associada à dinâmica da Corrente do Brasil, e pela intrusão de águas oceânicas na plataforma continental, com destaque para a ressurgência costeira de Cabo Frio. Essa dinâmica afeta diretamente o transporte de propriedades biogeoquímicas entre plataforma e talude, gerando fluxos que podem contribuir para o aumento da produtividade primária na plataforma com o afloramento de águas ricas em nutrientes e para a fertilização da região oligotrófica. O objetivo do presente estudo é investigar estes processos a partir da modelagem acoplada físico - biogeoquímica. O módulo hidrodinâmico é resolvido pelo modelo HYCOM - Hybrid Coordinate Ocean Model e o módulo biogeoquímico pelo modelo ECOSMOII(CHL) - ECOSystem Model, ligados pelo acoplador FABM. O ECOSMOII(CHL) resolve o ciclo do nitrogênio, fósforo e sílica, o que permite a representação de dois tipos de fitoplâncton, flagelados e diatomáceas, comunidades mais abundantes nesta região. O modelo é integrado para a região compreendida entre as latitudes 30°S e 22°S e as longitudes 50°O a 38°O com alta resolução horizontal (1/24 de grau, correspondendo a aproximadamente 4,6 km na região de estudo). O modelo hidrodinâmico é aninhado em uma simulação global e considera forçantes atmosféricas em escala sinótica derivadas da reanálise MERRA2. Dados de altimetria e temperatura da superfície do mar são assimilados diariamente com o sistema T-SIS, permitindo a datação da mesoescala. Condições iniciais e de contorno do modelo biogeoquímico são derivadas da climatologia WOA18. Testes de sensibilidade aos parâmetros biogeoquímicos foram realizados para diferentes regiões no domínio de interesse a partir do acoplamento do ECOSMOII(CHL) a um modelo de turbulência unidimensional na vertical (GOTM). Resultados da modelagem física foram validados frente a diferentes bases de dados. Resultados da modelagem biogeoquímica são comparados a dados de clorofila *a* em superfície, provenientes de sensoriamento remoto pelo satélite Aqua-Modis; perfis verticais de clorofila, nitrato e oxigênio coletados por derivadores BIOARGO; e dados sinóticos coletados ao longo da plataforma e região oceânica no escopo do Projeto de Caracterização Regional da Bacia de Santos, nos períodos de inverno de 2019 e verão de 2021/2022.

Alterações de Longo Termo na Dinâmica de Ondas de Instabilidade Tropical

Instituição: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo

Autores: Ana Clara Baptista Mariani e Paulo Simionatto Polito

E-mail dos autores: ana.mariani@usp.br e polito@usp.br

RESUMO

O sistema de correntes superficiais na região entre 10°N e 10°S do Oceano Atlântico Tropical é composto principalmente por correntes zonais. Essas correntes apresentam variações sazonais em seu transporte e mudanças na direção, tanto ao longo do eixo meridional quanto em profundidade. Os gradientes horizontal e vertical de velocidade nesse sistema de correntes contribuem para a formação de instabilidades, resultando na geração de Ondas de Instabilidade Tropicais (OITs). Essas OITs já foram observadas tanto nas proximidades do Equador como nas regiões imediatamente ao sul e ao norte dele, abrangendo as latitudes de 2°N, 4-5°N, 2°S e 4-5°S. A dinâmica das correntes e a formação das OITs são influenciadas pelo ciclo sazonal devido principalmente à migração anual da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Além disso, observou-se que os parâmetros dessas ondas variam em escalas interanuais e tem havido um interesse crescente na investigação das oscilações multidecadais desse fenômeno. Este estudo tem como objetivo principal investigar as alterações em escalas interanuais e multidecadais nos parâmetros que caracterizam as OITs, incluindo amplitude, período, comprimento de onda e velocidade de fase. Além disso, pretende-se analisar as mudanças no sistema de correntes da região, que podem estar relacionadas a essas variações nas OITs. A identificação e caracterização dessas ondas foi feita utilizando um filtro de convolução aplicado ao diagrama de Hovmöller dos dados de anomalia do nível do mar ($\eta_{x,t}$) com nível 4 de processamento, disponibilizados pelo site <https://data.marine.copernicus.eu/products>. Esse filtro foi aplicado separadamente em cada uma das latitudes entre 7°N a 8°S e permitiu a separação do espectro em várias componentes, incluindo a tendência de longo termo, o sinal anual não propagante, e sinais propagantes: semi-anual, com período de 121 dias e com período de 30 a 50 dias. Observamos visualmente a oscilação interanual das componentes de onda. Após a aplicação do filtro, planejamos utilizar transformadas de ondaletas nas séries temporais de η_t para analisar a tendência de longo prazo dos parâmetros das ondas com período de 30 a 50 dias. As tendências das correntes de superfície foram estimadas a partir de um ajuste linear pelo método de mínimos quadrados feito no resultado do ECCO, que é uma estimativa do estado do oceano que usa o modelo de circulação geral do MIT (MITgcm) e incorpora dados observacionais forçando ajustes ao modelo estimados pelo método auto-adjunto. Os resultados preliminares desse estudo indicam uma intensificação das correntes de superfície e deslocamento em direção aos polos dos giros localizados entre 10°S e 10°N, o que corrobora com estudos anteriores.

Caracterização Espacial e Quantitativa de Baixas Polares na Península Antártica e Mares Adjacentes para os anos de 2021 e 2022

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro

Autores: Anderson S. de Santana e Ana Cristina P. A. Palmeira

E-mail dos autores: andesilvarj@gmail.com

RESUMO

As Baixas Polares (BPs) são intensos ciclones marítimos de mesoescala (Rasmussen e Turner, 2003) que ocorrem principalmente em altas latitudes e possuem vento em superfície acima de 15 ms⁻¹. Elas se formam na retaguarda de um sistema frontal (dentro da massa de ar frio) ou nas bordas do gelo marinho, onde o ar frio acima do gelo entra em contato com o ar mais aquecido sobre o mar aberto, gerando vórtices. Por possuírem um diâmetro horizontal de 200 a 1000 km e tempo de vida que varia de 6 a 36 horas, sua identificação por meio de modelos numéricos é dificultada, causando perigo às navegações e operações sobre o mar. Seus estudos iniciaram com foco na região do Ártico, mas diversos estudos sobre a região Antártica já foram desenvolvidos, como o de Carrasco *et al.* (2003) concluindo que as baixas polares ocorrem em todas as latitudes e longitudes da região Antártica. Além disso, diferente do Ártico, onde as ocorrências são restritas aos meses de inverno, na Antártica, as Baixas Polares estão presentes em todas as estações do ano. Onde sua maior frequência é vista nos meses de verão e menor nos meses de inverno. Uma explicação para isso é o fato de que o gelo que cobre o continente antártico está presente durante o ano inteiro, sendo sempre uma fonte de ar frio. Ainda existem grandes dúvidas em relação a distribuição das Baixas Polares, bem como o seu desenvolvimento e comportamento em regiões próximas à América do Sul. Tendo isso em mente, este trabalho teve como objetivo analisar sua distribuição espacial e temporal na região da Península Antártica e mares adjacentes para os anos de 2021 e 2022. Foi feito um rastreamento utilizando dados de vorticidade relativa, no nível de 850 hPa, da reanálise ERA 5, através do algoritmo TRACK (Hodges, 1994, 1995) adaptado para a mesoescala, como feito em Melo (2020). Após a identificação e localização das possíveis BPs, foi utilizado um filtro espacial para selecionar apenas os eventos que ocorreram na área de interesse e um filtro temporal para selecionar somente os eventos com duração entre 6 e 48 horas. Após a filtragem, os eventos passaram por uma validação, utilizando os critérios de Zappa *et al.* (2014) somado a imagens de satélites. Foi possível observar que os meses de verão apresentaram um maior número de casos, as regiões mais frequentes das BPs na região estudada ocorreram entre o Mar de Bellingshausen e o Estreito de Drake. Além disso, concluiu-se que as BPs com nuvens do tipo vírgula ocorreram com frequência maior que as do tipo espiral.

Correntes Oceânicas e Mudanças Climáticas: Projeções para Costa Brasileira

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro

Autores: Anderson Soares; Raquel Toste; Luiz Paulo Assad; Luiz Landau

E-mail dos autores: andersonsoares@coppe.ufrj.br; rtoste@lamce.coppe.ufrj.br; lpaulo@lamce.coppe.ufrj.br; landau@lamce.coppe.ufrj.br;

RESUMO

As mudanças climáticas têm desencadeado uma série de transformações nos sistemas oceânicos. As correntes oceânicas desempenham um papel fundamental na regulação do clima e, além disso, apresentam um potencial significativo para exploração de energia renovável, que se apresenta como uma solução para diminuição da taxa de aquecimento global. Nesse contexto, este estudo investiga as mudanças nas correntes oceânicas ao longo da costa brasileira em resposta às mudanças climáticas. Para avaliar as mudanças nas correntes oceânicas, foram utilizados cenários climáticos que representam o clima presente e futuro, com base nos resultados do Modelo Brasileiro do Sistema Terrestre (BESM) que segue o protocolo do Projeto de Intercomparação de Modelos Acoplados, da 5ª Fase (CMIP5). Dada a baixa resolução espacial e temporal dos resultados do BESM, foi empregado o *downscaling* para grades que resolvam a dinâmica de mesoescala. Isso foi realizado por meio do modelo computacional ROMS (*Regional Ocean Modeling System*), com um esquema de aninhamento que utiliza três grades numéricas, denominadas G1, G2S e G2N. A G1, com 1/5° de resolução, abrange grande parte da costa brasileira, desde a costa Norte até o meio da costa Sul. A G2S, com resolução de 1/15°, cobre principalmente a costa sudeste, onde a corrente do Brasil está melhor estruturada, e a G2N, também com 1/15°, abrange a costa Norte e parte da costa Nordeste, onde a corrente norte do Brasil predomina. O aninhamento ocorre de forma síncrona (*online*) e com troca de informação entre as grades de maior resolução (G2S, G2N) para a de menor resolução (G1). Este estudo apresenta um esquema único de aninhamento para a costa brasileira, permitindo uma análise mais detalhada das correntes oceânicas com uso de cenários climáticos fornecidos por um Modelo Climático Global (MCG). Os resultados foram utilizados para avaliar como as mudanças climáticas impactam a dinâmica das principais correntes oceânicas superficiais da costa brasileira.

Elevação extrema na Plataforma Continental Sudeste devido à ressaca: análise numérica e estatística

Instituição: Instituto Oceanográfico - Universidade de São Paulo

Autores: Andressa Palma Pinto; Marcelo Dottori

E-mail dos autores: andressapp@usp.br; mdottori@usp.br

RESUMO

A combinação construtiva das elevações no nível do mar provocadas pela maré meteorológica e pela maré astronômica de grande amplitude resulta em uma maré alta anômala, denominada ressaca. Entretanto, a ocorrência de uma ressaca não está sujeita à coincidência entre os picos de maré astronômica e de maré meteorológica, conforme observado em eventos recentes de ressaca na região da Plataforma Continental Sudeste (PCSE). Este trabalho tem, então, como objetivo descrever eventos teóricos de máxima elevação do nível do mar na PCSE, decorrentes dessa coincidência de picos, por meio de modelagem numérica. Para isto, o modelo hidrodinâmico Regional Ocean Modelling System (ROMS) foi implementado para a região da PCSE, forçado pelas marés, ventos e variações do nível médio do mar. Foram realizadas 12 simulações numéricas para um período de 11 anos, de janeiro de 2010 a dezembro de 2020 e, em cada simulação, a forçante maregráfica foi atrasada em 1 hora do seu horário de início real, correspondendo a um ciclo completo de maré semidiurna, de forma a criar-se um cenário hipotético onde o pico de maré meteorológica coincidissem com o pico de maré astronômica. Dentre as simulações numéricas, foram analisados os eventos de ressaca ocorridos em agosto de 2016 e fevereiro de 2020 nas regiões de Santos e Cananéia, litoral de São Paulo. Os resultados revelaram que a anomalia de elevação do nível do mar aumenta cerca de 0,10 m em cenários de quase total concordância dos picos dos sinais mareográfico e submareográfico. Além disso, considerando todas as simulações numéricas, estimou-se que o intervalo de ocorrência de eventos de elevação do nível do mar maiores ou iguais as elevações máximas obtidas na primeira simulação, que representa um cenário real, para as estações de Santos e Cananéia, foi de aproximadamente 1 evento a cada 15 anos. Destaca-se que esses resultados podem ser drasticamente agravados quando considerado o aumento do nível do mar devido às mudanças climáticas.

Estudo da Variabilidade do Vórtice Ciclônico na Região Leste do Banco dos Abrolhos

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo

Autores: Ariana Pereira Barboza da Silva, Lucas Monteiro de Barros Lança, Paulo Victor Marchetto Silva, Renato David Ghisolfi

E-mail dos autores: ariannaveida@gmail.com, pv.marchettosilva@gmail.com, renato.ghisolfi@ufes.br

RESUMO

Os vórtices ciclônicos desempenham um papel significativo no aumento da produtividade nas regiões onde ocorrem. Eles têm a capacidade de elevar a nutriclina promovendo a ascensão das isotermas, e influenciam a dinâmica do plâncton ao modular a profundidade da camada de mistura e facilitam a entrada de águas ricas em nutrientes nessa camada. Além disso, os vórtices contribuem para a troca de massa e energia entre a plataforma continental e o oceano aberto. Embora os vórtices ciclônicos tenham sido objeto de estudo frequente no contexto da circulação hidrodinâmica, é interessante notar que, em várias pesquisas abordando a compreensão desses vórtices na região dos estados do Espírito Santo (ES) e Bahia (BA), o vórtice descrito neste estudo não foi completamente documentado na literatura existente. O objetivo deste trabalho foi analisar a variabilidade temporal do vórtice localizado a leste de Abrolhos. Para isso, utilizamos dados do modelo Hycom/NCODA no período de 1993 a 2019, a partir das médias mensais das seguintes variáveis: temperatura da água em superfície, velocidade e direção da corrente superficial, elevação da superfície e vorticidade relativa. Em alguns períodos de sua presença, o vórtice chega a atingir um raio aproximado de 70 km e varia em torno da área compreendida entre as coordenadas 38.1°O/19.5°S e 36.3°O/17.7°S. Seu processo de formação varia em dimensão, força e posição ao longo da série temporal. De acordo com as análises, foi possível identificar a presença de formação de vórtice ciclônico na porção leste da zona de quebra de plataforma do Banco dos Abrolhos, em que, em muitos momentos, o ponto central do vórtice encontra-se aproximadamente em 37,3°O/18,5°S. Em uma análise abrangendo 23 anos de dados, observou-se que o vórtice ciclônico apresenta uma variabilidade temporal em sua ocorrência. Durante esse período, 13 anos apresentaram o vórtice com períodos que variaram entre 4 e 10 meses, 4 anos apresentaram o vórtice com períodos de pelo menos 3 meses e 7 anos apresentaram o vórtice com períodos que variaram entre por 1 e 2 meses. Em 3 anos específicos (2006, 2007 e 2016) não foi observada a presença do vórtice. É relevante observar que nos anos de 2015, 2017, 2018 e 2019, o vórtice ciclônico manifestou-se durante 7, 6, 9 e 6 meses, respectivamente. Além disso, observou-se que nos meses de transição de temperatura, durante as fases de aquecimento e resfriamento, o vórtice esteve presente com maior frequência. Por exemplo, nos meses de março, abril e maio (verão-outono), sua ocorrência foi registrada em 7, 10 e 16 anos, respectivamente. De forma análoga, nos meses de outubro, novembro e dezembro (primavera-verão), o vórtice foi identificado em 5, 7 e 12 anos, respectivamente. Embora o vórtice tenha sido previamente examinado nesta primeira etapa, sua análise requer estudos mais aprofundados, especialmente no que diz respeito à sua trajetória espacial e à compreensão de causa-efeito de sua variabilidade temporal. Os resultados obtidos indicam que o vórtice ciclônico na região leste do Banco dos Abrolhos ocorre com frequência considerável, justificando uma investigação mais detalhada.

Comparação entre os parâmetros de onda no domínio do tempo dos dados de boias com as reanálises do ERA5

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro

Autores: Bárbara Silva Lewis, Ana Cristina Pinto de Almeida Palmeira, Everson Coqueiro de Souza Henrique Patrício Prado Pereira e Ronaldo Maia de Jesus Palmeira

E-mail dos autores: bahslewis@gmail.com, anapalmeira@igeo.ufrj.br, eversoncoqueiro@gmail.com, henrique@atmosmarine.com, ronaldo@atmosmarine.com

RESUMO

O Brasil apresenta 3,5 milhões de quilômetros quadrados de espaço marítimo, onde são realizadas atividades de pesca, turismo, navegação, extração de petróleo e gás, entre outros, o que traz grande importância econômica à este território e o torna essencial para a soberania do país (Sítio da Marinha do Brasil). Por isso, o conhecimento e entendimento do comportamento das ondas superficiais de gravidade, que são as principais responsáveis pelo transporte de energia no oceano e afetam diretamente as áreas costeiras, é essencial para evitar prejuízos e danos econômicos.

Neste trabalho foi realizada uma comparação entre os parâmetros medidos nas boias de Recife-PE, Santos-SP e Rio Grande- RS do Programa Nacional de Boias - PNBOIA e as reanálises do ERA5 com intuito de verificar a eficácia das reanálises em simular os campos de ondas. Para comparação foi realizado o cálculo do Coeficiente de Correlação de Pearson, do Erro Quadrático Médio (EQM) e do Viés. O período analisado foi de 10/12/2014 a 07/04/2016 - Recife, de 18/11/2014 a 15/08/2016 - Santos e 20/04/2014 a 26/06/2015 - Rio Grande. Os parâmetros selecionados foram: altura significativa (H_s), que representa a média da altura do terço das maiores ondas; o período médio de zeros ascendentes (T_z), que é o período médio de tempo em que a superfície do mar/oceano cruza o nível médio do mar e altura máxima (H_{max}), que é uma estimativa da maior altura da onda individual esperada dentro de uma certa janela de tempo. Em relação ao T_z , as reanálises tendem a subestimar os dados observados e apresentaram EQM de 0,53 s para Recife, 0,71 s para Santos e 0,74 s para Rio Grande. As maiores correlações entre os dados observados e as reanálises ocorreram para H_s , com valores acima de 0,83 para as três boias analisadas. Para todos os parâmetros observados, os menores valores de correlação ocorreram na boia de Recife, com 0,83 para H_s e 0,72 para T_z e H_{max} . Embora as menores correlações tenham ocorrido na boia de Recife, não foi observado um maior EQM nesta boia, pelo contrário, foram observados os menores EQM quando comparado aos valores obtidos para boia de Santos e de Rio Grande. Isto pode ter ocorrido devido a dificuldade da reanálise em reproduzir eventos com altos valores de H_s , como ocorreu em maio de 2015 em Rio Grande, na qual foi registrado 6,98 m e a reanálise simulou apenas 4,73 m. Para a boia de Santos observou-se uma onda de 6,20 m em 25 de agosto de 2015 e a reanálise apenas 3,37 m. Esta também pode ser a razão para os EQM de H_{max} para as três localizações serem maiores quando comparados aos de H_s , sendo os valores de EQM de H_{max} de 0,72 m, 0,79 m, e 0,78 m nos pontos de Recife, Santos e Rio Grande, respectivamente, enquanto que o EQM de H_s foi de 0,19 m, 0,27 m e 0,28 m. De acordo com esta análise as reanálises do Era5 apresentaram um bom desempenho quando comparados aos dados *in situ*.

Clima de ondas de alta energia na costa brasileira utilizando a reanálise ECMWF ERA5

Instituição: Laboratório de Geomorfologia e Sedimentologia Costeira da Universidade Federal do Espírito Santo e Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Autores: Branco Eguchi e Leonardo Klumb-Oliveira

E-mail dos autores: Bmeguchi@hotmail.com Leoklumb@gmail.com

RESUMO

O litoral brasileiro é extremamente heterogêneo, mesmo assim processos erosivos e inundacionais são comuns. Uma das principais causas de impactos na linha de costa é a ocorrência de ondas de ressacas marinhas. Diversos estudos definem como ondas de ressaca aquelas com altura superior aos 5% das maiores ondas do banco de dados (H5%). O presente estudo visa caracterizar tais ondas e discutir sua relação com os processos geradores. Para isto, foi realizada uma análise climatológica e sazonal das ondas de ressaca para 8 pontos ao longo do litoral brasileiro com base no banco de dados da Reanálise ERA5 fornecido pelo Centro Europeu de Previsões Meteorológicas a Médio Prazo (ECMWF) entre os anos de 1979 e 2020. Além disso, foi feita a correlação da potência de ondas e a direção de incidência para determinar padrões de entrada de ondas. Por fim, foram calculadas tendências de aumento ou redução dos parâmetros: H5%, potência de ondas, altura significativa, período de pico, direção média, intervalo, quantidade e duração média das ressacas ao longo dos 41 anos. Os resultados apontam que o clima de ondas de ressacas apresenta semelhanças e diferenças ao longo do Brasil e é fortemente controlado pela ciclogênese no oceano atlântico e pelo bloqueio gerado pela alta pressão/anticiclone subtropical do atlântico sul. A quantidade de ondas de ressacas é semelhante em todo litoral, porém existe um aumento da potência de onda no sentido norte-sul. As tendências de aumento de H5% podem estar ligadas a diferentes motivos, como por exemplo alteração do clima de ondas como um todo ou somente a intensificação de eventos extremos.

Influência da batimetria rasa na incidência de ondas e na mobilidade de praia na planície do rio Doce

Instituição: Laboratório de Geomorfologia e Sedimentologia Costeira da Universidade Federal do Espírito Santo

Autores: Branco Eguchi e Maitê Noda

E-mail dos autores: Bmeguchi@hotmail.com maitenoda@gmail.com

RESUMO

O presente estudo concentra esforços na propagação de ondas em águas rasas e sua influência na mobilidade de perfis de praias na planície do rio Doce. A área de estudo foi escolhida devido sua relevância em termos morfodinâmicos e hidrodinâmicos, especialmente devido a chegada do rejeito de minério de ferro oriundo do rompimento da barragem de Mariana. A quantificação da mobilidade das praias foi realizada por meio de levantamentos topográficos semestrais entre os anos de 2018 e 2022, totalizando 10 campanhas. O levantamento foi realizado em 5 praias, através da técnica de Posicionamento Cinemático em Tempo-Real (RTK), a partir da qual, extraíram-se informações de altura, largura e volume sedimentar. Para propagação de ondas em águas rasas foi utilizado o modelo SMC- Brasil, desenvolvido pelo Instituto de Hidráulica Ambiental da Universidade de Cantábria (IH-Cantábria). Dentro do modelo foi aplicado o modelo OLUCA-MC, para propagação de ondas monocromáticas. A batimetria de entrada faz parte do próprio modelo e conta com cartas náuticas e folhas de bordo digitalizadas. Para aumentar a precisão da simulação, foi incorporado levantamento batimétrico de detalhe em águas rasas realizado por meio de ecobatímetro monofeixe. Para alimentar o modo OLUCA-MC, foram utilizados dados de altura significativa, período e direção médias de dois pontos sobre a plataforma continental, extraídos do modelo ERA5 fornecido pelo Centro Europeu de Previsões Meteorológicas a Médio Prazo (ECMWF). A escolha de dois pontos se deu por conta da variabilidade da morfologia da plataforma continental adjacente à planície do rio Doce, visto que possui um trecho estreito regido pelo embaiamento de Tubarão e um trecho de plataforma extenso devido ao Banco dos Abrolhos. A modelagem de ondas foi realizada para dois cenários: recorrente e extremo. O cenário recorrente remete a ondas dos quadrantes E e NE com menores alturas, já o cenário extremo representa ondas de S e SE com maiores alturas. Os resultados mostram uma grande heterogeneidade na distribuição de ondas ao longo da planície do rio Doce. Parte deste padrão pode ser explicado pela variação na orientação da linha de costa e da morfologia da plataforma rasa, principalmente entre as isóbatas de 10, 15 e 20m. De maneira geral, maiores variabilidades na altura, largura e volume das praias estão ligadas a ondas mais altas, capazes de promover um efeito morfodinâmico. No entanto, verificou-se que algumas localidades fogem deste padrão, apresentando praias com alta mobilidade, mesmo com a presença de baixa energia de onda. Discute-se a possibilidade destes pontos apresentarem um comportamento erosivo ao longo do período monitorado. Outro fator importante para mobilidade da praia é a proximidade da foz do rio Doce, os perfis mais próximos apresentaram maiores variações. Neste sentido, o ponto mais ao sul da área estudada apresentou baixa mobilidade de praia, mesmo associado a ondas intensas. A conclusão do estudo gira em torno da importância da avaliação da morfologia da plataforma rasa sobre o padrão de ondas em águas rasas em concomitância com a mobilidade das praias, a fim de permitir um diagnóstico mais completo sobre os possíveis impactos como erosão costeira.

Caracterização Operacional da Altura Significativa de Ondas na Costa do Rio de Janeiro utilizando a reanálise ERA-5

Instituição: UFRJ

Autores: Breno Cabral e Mauro Cirano

E-mail dos autores: brenovisk7@oceanica.ufrj.br e mauro.cirano@igeo.ufrj.br

RESUMO

As ondas sempre foram fenômenos da natureza muito importantes para a vida humana, principalmente nas cidades costeiras, e sua presença no cotidiano passa por diversos aspectos, como lazer, trabalho e transporte. Apesar de tão presente, as ondas também podem apresentar riscos para a vida em todas as atividades praticadas no mar, principalmente durante eventos que elevem significativamente a altura delas, como ressacas. Parte do risco envolvido nestes eventos, se dá pela comunicação ineficiente dos órgãos responsáveis à população geral, e pode ser resolvido uma vez adotadas medidas para facilitar a interpretação de informações meteo-oceanográficas. Neste estudo, o manual *Quality Assurance / Quality Control of Real Time Oceanographic Data* (QARTOD) do *Integrated Ocean Observing System* (IOOS) é utilizado para atestar a qualidade dos dados medidos pelas boias do Sistema de Monitoramento da Costa Brasileira (SiMCosta) na costa da cidade do Rio de Janeiro, que são posteriormente utilizados para verificar se a reanálise *ECMWF Reanalysis v5* (ERA 5), do *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF) é capaz de representar as ondas na costa carioca. Os resultados do ERA5 são utilizados para fazer uma climatologia de ondas na região de interesse (considerando o período de 1979 a 2021), que é então submetida a diversos métodos de classificação de ondas propostos (entre eles a escala Douglas), para verificar qual desses métodos possui maior aplicabilidade na cidade do Rio de Janeiro. Dessa forma, a climatologia também é utilizada para verificar tendências sazonais, que podem ajudar no preparo dos órgãos responsáveis para mais pronta resposta diante da ocorrência de eventos extremos. Por conseguinte, foi observado que a escala Douglas do Estado do Mar é a menos indicada para alertar a população, apesar de sua enorme relevância internacional, ficando atrás de todas as demais escalas propostas no estudo. A sazonalidade é coerente com a literatura para ondas off-shore e indica alturas de onda mais severas no inverno e no outono e mais amenas no verão e primavera. Por fim, estes resultados permitem maior preparo dos órgãos responsáveis, indicando qual método de classificação possui maior aplicabilidade e durante qual estação do ano é mais provável que eventos de ondas maiores ocorram, permitindo planejamento quanto à necessidade de mobilização de agentes para a segurança da população.

AVALIAÇÃO DAS ESTIMATIVAS DE VENTO NA SUPERFÍCIE DO MAR OBTIDAS PELA SÉRIE DE SATÉLITES HY-2

Bruna Larissa Rabelo dos Reis 1 , Natalia Rudorff Oliveira 1 , Vinicio Lima Santos 1 , Danilo Couto de Souza 2 , Francieli Jorge 1 , Laiz Cristina Rodrigues Mello 2 1Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Cachoeira Paulista/SP, Brasil 2

Universidade de São Paulo, USP, São Paulo/SP, Brasil

bruna.rabelo@inpe.br, vinicio.santos@inpe.br, danilo.oceano@gmail.com, francieli.jorge@inpe.br, laiz.cristina@usp.br, laiz.cristina@usp.br

RESUMO

A avaliação de dados de vento em áreas oceânicas é uma etapa essencial para o controle de qualidade, auxiliando em estudos de interação entre o oceano-atmosfera. A bordo da série de satélites HY-2 encontram-se os escaterômetros HSCAT, que são radares desenvolvidos especificamente para estimar o vento na superfície do mar a partir da rugosidade da superfície do oceano. Este estudo se propôs a realizar uma comparação pontual entre dados de velocidade (m/s) e direção ($^{\circ}$) do vento na superfície do mar estimados pelo sensor HSCAT da série de satélites Haiyang (HY-2B, HY-2C e HY-2D) e medidos in situ por bóias meteoceanográficas do projeto Prediction and Research Moored Array in the Tropical Atlantic (PIRATA) na região sul do Oceano Atlântico Tropical Ocidental (4°N - 14°S ; 32°W - 23°W), com o objetivo de avaliar as estimativas dos sensores. Foi realizada uma comparação para cada ponto de grade entre os dados PIRATA e as estimativas do HSCAT por meio da análise de correlação de Pearson (r), raiz do erro quadrático médio (EQM) e viés. O HSCAT-B apresentou correlações $> 0,62$ e $0,28$, EQM $< 0,46$ m/s e $100,25^{\circ}$, e viés $< 0,56$ m/s e $0,13^{\circ}$, para a velocidade e direção do vento, respectivamente. Os resultados para o HSCAT-C foram $r > 0,59$, EQM $< 1,93$ m/s e viés $< -0,11$ m/s, para a velocidade, e $r > 0,41$, EQM $< 95,86^{\circ}$ e viés $< -18,68^{\circ}$ para a direção do vento. O HSCAT-D apresentou $r > 0,09$, EQM $< 2,29$ m/s e viés $< -0,38$ m/s, para a velocidade do vento, enquanto que para a direção as correlações foram ($r > 0,11$), com EQM $< 84,54^{\circ}$ e viés $< -25,15^{\circ}$. De forma geral, os melhores resultados foram encontrados para os sensores HSCAT-B e HSCAT-C, enquanto que o HSCAT-D apresentou as menores correlações e os maiores erros devido a ainda estar em fase de calibração e estabilização.

Textura Superficial das Praias Oceânicas do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses

Instituição: Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Autores: Brunno Jansen Franco; Josefa Varela Guerra

E-mail dos autores: brunno.jfranco@gmail.com; josie.guerra@gmail.com

RESUMO

As praias são ambientes dinâmicos que evoluem conjuntamente ao longo do tempo e do espaço alterando a zona costeira. Estão sujeitas dinâmica de ondas, correntes, marés e têm sua forma e distribuição sedimentar moldados constantemente. As praias oceânicas do Parque nacional dos Lençóis Maranhenses (PNLM) são de meso maré, com sangradouros e paleomangues presentes na face praial. Compreende os municípios de Barreirinhas, São José de Ribamar, Santo Amaro e Primeira Cruz no Estado no Maranhão. Este estudo visa descrever a textura superficial dos sedimentos das praias oceânicas do PNLM. As amostras sedimentares foram coletadas superficialmente com 1 cm de profundidade, pois caracterizam os ciclos deposicionais mais recentes, para retirada de aproximadamente 100 g de sedimentos. As coletas foram realizadas na retropraia e zona de intermaré, em condições de maré baixa a fim de buscar uma maior distância entre os pontos. Longitudinalmente o espaçamento foi 1 km, aproximadamente. Ao todo, foram coletadas 140 amostras cobrindo aproximadamente 70 km de extensão. Os sedimentos foram lavados, secados e processados em conjunto de peneiras com intervalos de $\frac{1}{2}$ ϕ e processados através do Sistema de Análises Granulométricas (SYSGRAN). Os sedimentos que compõem as praias do PNLM são predominantemente classificados como areias fina, variando de bem a moderadamente selecionados, com curvas positiva e negativas de afilamentos leptocúrtico, mesocúrtico e platicúrtico. Estas características sedimentológicas refletem as interações inerentes de cada trecho da praia com agentes modificadores destes setores. Por sua vez as feições presentes na face praial proporcionam diferentes fatores controladores da distribuição granulométrica do parque, como a desembocadura dos Rios Negros e Preguiças e também a presença de paleomangues na face praia, causando hotspots de areia muito fina e média respectivamente. Trabalhos que caracterizem a sedimentologia de ambientes praias são uma importante fonte de subsídios para o entendimento da dinâmica sedimentar das praias do maior campo de dunas livres da América Latina, bem como planejamento, manejo e gestão das áreas em questão.

Comparação de diferentes metodologias de estimativa de perfis de vento e potencial eólico offshore utilizando dados meteoceanográficos

Instituição: UFRJ

Autores: Caetano Pereira, Luiz Felipe Rodrigues do Carmo, Ana Cristina Pinto de Almeida Palmeira e Ronaldo Maia de Jesus Palmeira

E-mail dos autores: caetano2pereira@gmail.com, l.docarmo.meteoroufrj@gmail.com, anapalmeira@igeo.ufrj.br, e palmeira@gmail.com

RESUMO

As regiões da plataforma continental e mar aberto (*offshore*) vêm tendo uma crescente atenção por conta da exploração do óleo e gás e também da exploração de energia eólica. Dessa forma, muitos trabalhos vêm sendo desenvolvidos de modo a melhorar essa dinâmica e entender melhor os processos físicos que ali ocorrem. Dentre esses estudos, Carmo *et al.* (2022) desenvolveram novas metodologias de estimativas de perfis de vento no oceano (utilizando parâmetros de onda), comparando com as abordagens tradicionais. Além de ganho substancial em precisão, é destacado que a metodologia proposta possui aplicabilidade versátil, adaptando-se a distintas regiões *offshore*, conferindo-lhe, portanto, um caráter inestimável como uma ferramenta instrumental tanto para a indústria de energia eólica quanto para a gestão ambiental. Por conseguinte, o presente trabalho tem como objetivo dar continuidade ao estudo proposto pelos autores, estimando perfis de vento e potencial eólico para a região oceânica localizada próximo à costa do Nordeste. Para tal, foi utilizada a reanálise ERA5 com resolução espacial de 0.25x0.25 para os dados meteorológicos e 0.5x0.5 para os dados meteoceanográficos e resolução temporal de 1 hora e os dados de um SODAR localizado próximo à costa do Maranhão com resolução vertical de 20 metros e resolução temporal de 10 minutos. Para tal, foram comparadas as metodologias propostas no trabalho de Carmo *et al.* (2022), que utilizam os parâmetros de onda nas suas estimativas; o método proposto pelo manual da DNV RP-C205 (2014) e a $1/7$ *power law*, modificando o parâmetro alfa. Resultados mostraram que a inserção dos parâmetros de onda nas estimativas de perfis de vento, trouxeram um ganho não só nos perfis, mas também no potencial eólico.

Análise Observacional da Variação do Nível do Mar Não Astronômico na Baía do Espírito Santo, Brasil

Instituição: Universidade Federal do Ceará (UFC)

Autores: Caio Erick Braga Costa

E-mail dos autores: caioerickufc@gmail.com

RESUMO

A maré meteorológica representa um fenômeno global nas variações do nível do mar em diversas escalas temporais e espaciais. Diferente do nível astronômico (ou maré astronômica), sua gênese, em geral, está atrelada a condições meteorológicas específicas, surgindo como uma resposta direta às alterações na pressão atmosférica e da tensão superficial dos ventos em escala local. Dados de variação do nível do mar obtidos na Baía do Espírito Santo compreendendo 38 dias de dados foram registrados a partir de um marégrafo offshore composto por um sensor de pressão. As oscilações de alta frequência ocasionadas por ondas superficiais geradas pelo vento foram removidas através de um filtro passa-baixa e a análise harmônica dos dados foi então realizada através de uma rotina em python utilizando a biblioteca TTide e também pelo software Pacmaré (Franco, 2009). Os dados de pressão atmosférica e ventos foram obtidos do INMET e comparados com o nível não astronômico. A correlação entre o nível astronômico com a componente Norte/Sul do vento e com a pressão atmosférica mostrou que essas forçantes são significativas na resposta do nível do mar na Baía do Espírito Santo e não podem ser desconsideradas, sendo responsáveis por uma variação de até 0,33 m em relação à maré prevista pelo CHM durante o período observado. Vale aqui destacar um evento específico ocorrido entre os dias 13 e 22 de julho de 2023. Neste caso, a pressão atmosférica apresentou um aumento de 1006,8 hPa para 1029,6 hPa em um intervalo de 7 dias. Tais oscilações, influenciaram em uma oscilação do nível não astronômico em torno de 0,22 m abaixo da maré prevista pelo CHM. Na análise harmônica dos dados do marégrafo, diferenças substanciais foram encontradas entre os resultados do TTide e do PacMaré na amplitude da componente S2, apresentando uma variação na ordem de 30% (14 cm e 19,8 cm, respectivamente). Outras componentes apresentaram variações de até 2 cm entre os resultados dos dois programas. Como consequência, a maré astronômica prevista a partir dos dois programas apresentaram diferenças de até 0,3 e 0,4 m. A correlação de Pearson (r) obtida entre o nível não astronômico e a componente Norte/Sul do vento foi de 0,47, enquanto a correlação com a pressão atmosférica foi de 0,36, evidenciando um papel considerável do transporte de Ekman no nível não astronômico da região. Os resultados aqui discutidos apontam uma complexa relação entre o nível do mar não astronômico e as condições meteorológicas na região de Vitória, Espírito Santo. Portanto, a influência dos efeitos da pressão atmosférica e da componente longitudinal do vento devem ser melhor quantificados e não podem ser desconsiderados nas previsões operacionais, principalmente quando se trata do suporte às operações portuárias nessa região.

Os Efeitos dos Fluxos de Calor e Umidade Oceânicos na Formação e Intensificação de Ciclones Extratropicais

Instituição: ¹Universidade Federal do Rio Grande (FURG); ²Helmholtz-Zentrum Hereon

Autores: Camila Ferreira Russo¹, Carolina Barnez Gramcianinov², Fabrício Sanguinetti Cruz de Oliveira¹.

E-mail dos autores: camila.russo@icloud.com, carolina.gramcianinov@hereon.de, fsoliveira@furg.br

RESUMO

Ciclones extratropicais são sistemas meteorológicos caracterizados em superfície por um centro de baixa pressão e gradiente horizontal de temperatura. A ciclogênese, processo de formação e intensificação dos ciclones, influencia e é influenciada de forma significativa por variáveis oceânicas através da interação oceano-atmosfera. Apesar de haver debates sobre a extensão dessa influência, os fluxos de calor e umidade oceânicos, assim como o gradiente de temperatura da superfície do mar (TSM), podem causar redução da estabilidade em baixos níveis da atmosfera, causando tanto a intensificação quanto o enfraquecimento dos ciclones extratropicais. Quando a pressão central de um ciclone decresce mais que 24 hPa em um período de 24 horas, o ciclone é classificado como explosivo ou bomba, caracterizado por uma rápida intensificação. O objetivo do presente trabalho é investigar e entender o papel dos fluxos de calor do oceano na formação e intensificação de ciclones extratropicais nas regiões ciclogênicas da costa da América do Sul. Para isso, uma análise focada nas trocas de calor latente e sensível e de umidade entre atmosfera e oceano durante a ciclogênese foi realizada em seis estudos de caso, sendo três casos de ciclones intensos e três casos explosivos. Utilizamos uma base de dados de ciclones extratropicais no Atlântico para a identificação e monitoramento de parâmetros ao longo do ciclo de vida dos casos selecionados. O conjunto de reanálises CFSR/CFSv2 do National Centers for Environmental Prediction (NCEP) foi usado para analisar parâmetros como os fluxos de calor latente e sensível, umidade específica, componentes zonal e meridional do vento (u e v) e TSM. Essa reanálise possui uma resolução de grade de $0,5^\circ \times 0,5^\circ$ em intervalos de 6 horas e utiliza um modelo acoplado atmosfera-oceano. Os estudos de caso foram selecionados a partir de notícias de jornais e artigos científicos, com o objetivo de analisar casos com impactos na costa e relevantes tanto para sociedade quanto para comunidade científica. Nos seis casos de ciclones extratropicais foi identificada a presença de fluxos de calor e umidade, embora em diferentes configurações para ciclones intensos e bombas. Embora o papel do calor latente tenha sido preponderante nos três casos intensos, a influência do calor sensível também contribuiu para a intensificação, alimentando o setor quente dos ciclones ainda que menos proeminente. Também foi identificada uma forte influência da umidade específica no setor quente dos seis casos. A taxa de evaporação menos precipitação se manteve negativa acompanhando os seis casos e foi mais evidente durante os períodos mais intensos. Ciclones extratropicais são um fenômeno climático comum e muitas vezes destrutivo. Compreender sua formação e intensificação é crucial para previsões meteorológicas mais precisas. Explorar a complexa relação entre os fluxos de calor do oceano e o comportamento desses ciclones é essencial para o avanço do conhecimento acerca do sistema climático global.

O papel das ondas e correntes na erosão do sítio de despejo de dragagem do Porto de Rio Grande (RS)

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Autores: Carlos Augusto Corrêa Mendes, Carlos Alberto Eiras Garcia, Ella Pereira Soares

E-mail dos autores: augustomendes42@gmail.com, garcia.io.furg@gmail.com, pereira.s.ella@gmail.com

RESUMO

A dinâmica dos sedimentos em ambientes costeiros é complexa devido aos processos atuantes na região, como vento, ondas e correntes. Em um cenário de crescente disposição de sedimentos dragados em áreas costeiras, há uma maior exigência em relação ao gerenciamento desse material visando a mitigação de impactos associados, para isso é necessário um completo entendimento dos processos envolvidos na dinâmica de sedimentos coesivos. Neste estudo, buscamos identificar a mobilidade de sedimentos em um sítio de despejo no Porto de Rio Grande (RS), um dos portos mais importantes em termos de economia para o país, localizado ao lado da Praia do Cassino que é um ambiente importante ambiental e economicamente. De 2018 a 2020 houve uma dragagem no Canal de Navegação do Porto, resultando na retirada de 21 milhões de m³ de sedimentos. Esse material foi lançado em um sítio de despejo offshore a 20 km da costa e a 20 m de profundidade. A hidrodinâmica nessa região é dominada pela atuação de ondas e ventos de NE. Diante da necessidade de um monitoramento contínuo, o Sistema de Monitoramento da Costa Brasileira (SiMCosta) instalou boias meteo-oceanográficas na região da costa adjacente e zona estuarina para obtenção de dados ambientais antes, durante e após a dragagem. Dados de correntes e ondas obtidos pelos instrumentos e sensores da boia SiMCosta RS04, de fevereiro de 2019 a janeiro de 2020, foram utilizados para calcular a tensão de cisalhamento de fundo. O SiMCosta dispõe de uma boia mais próxima do sítio, a RS05, que também é utilizada no monitoramento do sítio, porém, os dados da RS04 apresentam boa correlação com os dados da RS05, o que permite a utilização dos seus dados com a mesma abordagem. Para compreensão do comportamento de ondas e correntes foram utilizados dados de vento obtidos pela boia RS04. O tamanho médio de grãos observados na região dragada foi utilizado para prever a mobilidade dos sedimentos de fundo. As correntes longitudinais de fundo, que têm maior atuação no transporte de sedimentos na região, apresentaram velocidade média de 0.03 ms⁻¹ e máxima de 0.5 ms⁻¹, as transversais apresentaram média de 0.01 ms⁻¹ e máxima de 0.46 ms⁻¹. A altura significativa de ondas apresentou média de 1.1 m e máxima de 3.2 m. O vento longitudinal apresentou as maiores velocidades, 17.8 ms⁻¹ (SO) e média de 1.3 ms⁻¹ (NE), o vento transversal apresentou máxima de 14 ms⁻¹ (O) e média de 1.2 ms⁻¹ (O). Os resultados mostraram maior relevância das correntes em termos de tensões de fundo, com média de 0.03 Nm⁻² e máxima de 0.44 Nm⁻². Para ondas, a média foi de 0.07 Nm⁻² e máxima de 0.29 Nm⁻². Ambas tensões máximas ocorreram no mês de julho sob forte influência de ventos de SO. O valor de tensão crítica de fundo foi de 0.3 Nm⁻², excedido pelas tensões de fundo 1.4% do período analisado. Quando houve energia suficiente para remobilização dos sedimentos de fundo a direção predominante das correntes foi para NE, o que indica a direção de transporte do sedimento.

Caracterização da Dinâmica de Transporte Costeiro em Praias a partir de Indicadores de Monitoramento Praia e Formulações Matemáticas

Instituição: 1 Instituto de Pesquisas Ambientais - SIMA/SP, Brasil e 2 Programa de Pós-graduação em Geografia Física -Universidade de São Paulo, Brasil)

Autores: Celia Regina de Gouveia Souza 1,2 (celia@sp.gov.br), Agenor Pereira Souza, Aline Cardinale de Araujo de Oliveira 2 (aline.oceanica@usp.br)

RESUMO

A morfodinâmica de praias está intrinsecamente associada à dinâmica de células de deriva litorânea (DL), cuja modelagem matemática exige enorme esforço computacional, porém seus resultados raramente são aferidos com dados obtidos por meio de monitoramento praia. O objetivo deste trabalho é apresentar um método simples para avaliar essa dinâmica, a partir de indicadores obtidos em perfis praias e a aplicação de formulações que descrevem a hidrodinâmica costeira. A Praia da Enseada- Guarujá/SP, que possui um setor de orientação ENE exposto às ondas, e um setor ESSE abrigado (zona de sombra), foi monitorada entre 2018-2021 (meses de fevereiro, maio, agosto e novembro). Os dados coletados em 10 perfis compreendem 2 conjuntos: (a) morfodinâmicos: azimute da linha de costa (aLC), período, azimute da ortogonal (aOrtO) e altura máxima de onda na quebra ($H_b \text{ máx}$), coleta/análise granulométrica de sedimentos; e (b) indicadores do sentido da DL: ângulo de incidência das ondas (α) e sentido da DL observável, migração lateral de canais de drenagem (antecedente/atual), presença de correntes de retorno e cúspides praias, indicadores de processos erosivos/depositivos, sentido da DL entre 0,5-1,5m de profundidade. Parte dos dados obtidos foi usado diretamente nas formulações e parte para validar/avaliar os resultados. Para cada perfil foram calculados: (i) Sentido da deriva litorânea: observações de campo e sinal do ângulo de incidência da onda com a LC ($\alpha=(aLC-OrtO)-90$); (ii) Intensidade relativa da DL: $IDL=H_b^2 \cdot \text{sen}\alpha \cdot \text{cos}\alpha$; (iii) Potência da Onda (W/m): $P=\rho \cdot g \cdot H_b^2 \cdot T \cdot (32\pi)^{-1}$ (ρ =densidade da água mar; g =aceleração da gravidade; (iv) Transporte médio de sedimentos por perfil (m^3/s): formulação do CERC (1984). Na campanha de 22/05/2018, um ADCP-AWAK (Nortek) fundeado no setor mais exposto da entrada da enseada (10m de profundidade) registrou: $H_s \text{ máx}$ de 3,06m, T_p 13s e D_p 151°; no setor mais exposto da praia observou-se: $H_b \text{ máx}$ de 2,6m, T_p de 13s e D_p de 155°. Os resultados foram agrupados de acordo com a condição meteorológica- oceanográfica vigente durante os monitoramentos, que ocorreram nas seguintes condições: Bom Tempo/Normal (CN), Instabilidade (CI), Frontal (CF), Ressaca (CR). Em CN, a IDL média foi de 0,024, com sentido predominante para W, e ondas com potência máxima de 12.744 W/m no setor mais exposto da praia e 1.015W/m na zona de sombra, e transporte sedimentar resultante de 29,5 m^3/s (para W). Em CI, a IDL média foi de -0,085, com potência de ondas de 15.028W/s no setor exposto e 147W/s no abrigado, e transporte sedimentar resultante de -145 m^3/s (para E). O único caso em CF mostrou IDL muito baixa (0,023 = para W), com ondas de potência 15.500 W/s no setor mais exposto e de 545 W/s na zona de sombra, com transporte sedimentar resultante foi de 36 m^3/s (para W). Em CR, a IDL média foi de -0,15, com sentido predominante para E (como esperado), potência máxima de ondas de 34.194 W/m no setor exposto e 1.185W/s no abrigado, e o transporte resultante de -285 m^3/s (para E). Finalmente, a espacialização dos resultados de cada perfil/condição, na forma de vetores (sentido/intensidade), permite identificar zonas de divergência (erosão), transporte e convergência (correntes de retorno, deposição) de células de DL.

Instituição: Centro de Hidrografia da Marinha

Autor: CC [Vinícius Santos Pessanha](#)²

E-mail do autor: vinicius.pessanha@marinha.mil.br

RESUMO

Em águas rasas, feições criadas por correntes de maré ou ondas de superfície são comumente observadas no fundo marinho arenoso. Dentre estas feições estão as ondas de areia (*sand waves*), cuja migração pode ter implicações significativas para atividades humanas, incluindo a redução da profundidade de canais de navegação, a exposição de cabos submarinos, enterramento de objetos, interações com infraestruturas como linhas de gás e estações de energia eólica. Portanto, o estudo das características das ondas de areia é essencial e tradicionalmente realizado por meio da análise de dados históricos, o que pode ser melhorado pelo emprego de modelos morfodinâmicos. Os estudos anteriores foram principalmente limitados pelo uso de batimetria simplificada, de modelos com grades 2DV (bidimensional vertical) e parâmetros idealizados. Além disso, há escassez de estudos em regiões de águas rasas, em particular sobre os processos físicos que afetam as ondas de areia de migração rápida. Este estudo analisa observações de migração de ondas de areia de aproximadamente 2 m de altura por quase 40 m com rotação no sentido anti-horária entre duas sondagens batimétricas realizadas no intervalo de três meses nas proximidades de Martha's Vineyard, Massachusetts, EUA. A região é caracterizada por fortes correntes de maré, eventos intermitentes de ondas de superfície e baixa profundidade local variando de 2 a 7 m. O principal objetivo é implementar o modelo Delft3D com uma abordagem tridimensional (3D) para examinar a dinâmica das ondas de areia, incorporando ondas de superfície, ventos, correntes e observações batimétricas. Além disso, os processos físicos responsáveis pela alta velocidade de migração dessas ondas na área de estudo são investigadas. O modelo é calibrado e validado comparando os resultados com observações de campo, apresentando elevada performance na representação da batimetria, correntes, ondas e maré. Pela primeira vez, um modelo tridimensional é apresentado em uma área de águas rasas com uma velocidade média de migração de ondas de areia de 50 cm/dia e observações que incluem a rotação das ondas de areia. Estudos anteriores evidenciam que as ondas de superfície não são capazes de iniciar a migração de ondas de areia, que é causada pela assimetria da maré. No entanto, os resultados deste trabalho sugerem que a migração de ondas de areia observada na região do estudo, com pelo menos uma ordem de magnitude maior do que muitos estudos anteriores, é notadamente acelerada pela ação das ondas de superfície e devido à natureza da batimetria da área de estudo. Além disso, as simulações demonstram que a profundidade relativamente rasa torna a influência das ondas de superfície importante mesmo durante períodos menos energéticos. Portanto, embora as correntes assimétricas sejam essenciais para a migração de ondas de areia, os resultados do modelo associado com a análise das observações permitem confirmar que em profundidades rasas as ondas de superfície são em grande parte responsáveis por períodos de migração e rotação rápidas. Este estudo fornece uma compreensão mais aprofundada da dinâmica das ondas de areia em ambientes costeiros complexos, apresentando importantes implicações para o gerenciamento de áreas costeiras.

¹ Os resultados deste estudo foram publicados no International Journal of Sediment Research. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijsrc.2023.04.006>.

² Capitão de Corveta. Hidrógrafo. PhD em Oceanografia Física pela Naval Postgraduate School (Califórnia, EUA). Encarregado da Seção de Modelagem Oceanográfica, Divisão de Previsão Numérica do Centro de Hidrografia da Marinha – Niterói, RJ – Brasil. E-mail: vinicius.pessanha@marinha.mil.br.

Análise da Incerteza Temporal e Conceitual do Nível de Redução de Marés: um estudo de caso para a Ilha Fiscal

Instituição: CHM/USP

Autores: Felipe Rodrigues Santana / Ricardo Camargo / Joseph Harari

E-mail dos autores: rodrigues.santana@marinha.mil.br / ricamarg@usp.br / joharari@usp.br

RESUMO

No Brasil, o Nível de Redução de marés (NR) depende do Nível Médio do Mar (NMM) e do somatório das amplitudes de constantes harmônicas das componentes de maré (Zo). Neste trabalho, foi utilizada uma série temporal de nível do mar (de 1989 a 2021) da estação maregráfica da Ilha Fiscal, bem como múltiplas séries de períodos distintos nesse intervalo, a fim de analisar os fatores que podem influenciar o cálculo do NR e de sua incerteza, tais como: o período de observação; a época do ano; o método da análise harmônica; a energia residual da análise; a frequência de sua atualização; e o conceito que o define. As séries foram divididas em vários conjuntos, de 6 meses a 15,4 anos, com progressão aritmétrica de 1 mês. Foi verificado que o desvio padrão do NMM em relação à sua tendência, para séries de 6 meses, foi de 14cm, enquanto o desvio padrão médio, para séries inferiores a 10 anos, foi de 9cm, valor superior à incerteza do modelo geoidal brasileiro em determinadas regiões do país. Em relação ao método de cálculo do NR, três critérios foram adotados: Zo com menor influência meteorológica; o NR e o NMM de dois anos, ou com 19 anos. Para o primeiro critério, foram comparadas duas séries, com resíduos de 90,1% e 82,9%. A diferença do Zo entre essas foi de 0,76cm. De outra forma, ao comparar o NR com NMM calculado em 2 anos e o calculado em 19 anos, a diferença foi de 20,7 cm, o que indica uma influência do NMM maior do que do Zo, na incerteza do NR. Foram comparados, ainda, 3 diferentes softwares para análise harmônica: Pacmaré, T-Tide e U-tide. Entre o primeiro e o terceiro, foram observadas diferenças menores do que 1cm para as amplitudes das constantes M2, S2, O1, K1 e P1. Já entre o primeiro e o segundo, uma diferença de 2,3cm para O1 e 2,4cm para M2. Ao comparar os conceitos do NR, foi verificada uma influência sazonal da histerese nos oceanos, pois as maiores probabilidades de risco encontravam-se nos meses de primavera e as menores, nos meses outono. Em relação aos diferentes conceitos do NR, foi verificado que, em um período de 19 anos, o nível do mar permaneceu abaixo do MLWS durante 108 dias, do LLWLT durante 27 dias e da LAT durante 10 dias. Por fim, ao comparar tais conceitos para séries com duração de um ano em relação à LAT de 19 anos, constatou-se uma diferença média de 18,46 cm para o MLWS; 6,97 cm para o LLWLT; e 5,33 cm para a LAT. Portanto, sugere-se, a curto prazo, avaliar o uso da LAT obtida a partir de séries com duração de 1 ano. O que é viável, pois no Brasil, para implantação da FDAQ é necessário no mínimo 1 ano de observação do nível do mar. O conhecimento preciso e acurado do NR é útil para todas as aplicações relacionadas ao gerenciamento costeiro e ao posicionamento marítimo.

Avaliação de resultados de correntes oceânicas superficiais utilizados em modelagens de dispersão de objetos e poluentes no mar a partir de dados da boia Itaoca (PNBOIA).

Instituição: Centro de Hidrografia da Marinha.

Autores: Rafael Machado Mota Garcia, Kaio Calmon Lacerda, Fernando Túlio Camilo Barreto

E-mail dos autores: rafael.machado@marinha.mil.br, kcalmonlacerda@gmail.com, kaio.calmon@marinha.mil.br, fernando.barreto@oceanpact.com.

RESUMO

Sistemas oceanográficos operacionais vêm ganhando cada vez mais destaque no cenário internacional e nacional por monitorar, prever e divulgar informações de características do oceano. Dentre essas informações, destacam-se as relacionadas à circulação hidrodinâmica. Esses dados são utilizados para aplicações diversas como no apoio à segurança da navegação, monitoramento de poluição marinha e operações de Busca e Salvamento (SAR). Dentre as principais ferramentas que necessitam deste tipo de sistema estão os modelos lagrangeanos de deriva de poluentes no mar, como óleo e plástico, e de objetos relacionados a operações SAR. Entretanto, ao utilizar modelos numéricos computacionais, os sistemas de previsão oceânica estão sujeitos a erros inerentes às aproximações de seus cálculos e métodos necessários para viabilizar a solução fornecida em um tempo hábil. Assim, faz-se necessário realizar avaliações desses modelos a fim de caracterizar os desvios esperados em relação a dados medidos, permitindo assim, que se conheça as limitações de seu uso em produtos destinados a auxiliar processos decisórios. Diante disso, o presente trabalho teve o objetivo de contribuir para a avaliação dos resultados de corrente oceânica superficial de três bases de dados de modelos de circulação geral do oceano para a costa brasileira. Uma dessas bases é produzida pelo Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) a partir do modelo HYCOM (*Hybrid Circulation Ocean Model*, HYCOM-CHM), de domínio regional, compreendendo a METAREA V, um produto fruto do esforço da Rede de Modelagem e Observação Oceanográfica (REMO). Os dados HYCOM-CHM tem resolução horizontal de $1/24^\circ$ e fornece dados de variáveis oceanográficas como velocidade das correntes, temperatura, salinidade e elevação. Outras duas bases de dados utilizadas são referentes aos resultados de sistemas operacionais dos Estados Unidos (HYCOM-NCODA) e da União Europeia (Mercator/CMEMS), com resolução horizontal de $1/12^\circ$. Os dados dos modelos foram verificados com dados obtidos por meio da boia de fundeio Itaoca do PNBOIA. A média da magnitude da corrente superficial foi de $0,619 \text{ m/s}$ ($\pm 0,183$) no dado medido, $0,604 \text{ m/s}$ ($\pm 0,235$) para HYCOM-CHM, $0,753 \text{ m/s}$ ($\pm 0,236$) para HYCOM-NCODA e $0,790$ ($\pm 0,246$) para Mercator. Os resultados apontaram que o HYCOM-CHM apresentou bom desempenho em representar a magnitude da corrente no local de estudo, com um erro médio absoluto de $0,169 \text{ m/s}$, o que representou um erro de 27% em relação ao valor médio da magnitude da corrente (EAMR). O valor de EAMR para os dados HYCOM-NCODA foi de 35% e de 33% para os dados Mercator. Já o índice de correlação de Pearson dos dados avaliados foram de 0,53 (HYCOM-CHM), 0,47 (HYCOM-NCODA) e 0,54 (Mercator). Assim, os resultados obtidos indicam diferenças de mesma ordem para as diferentes bases de dados em relação ao dado medido, o que ressalta a importância de se considerar diferentes bases de correntes superficiais em cálculos realizados para a elaboração de subsídios de apoio à decisão e em outros estudos, como a sua utilização em modelagens lagrangeanas para apoio a operações de SAR, e na determinação de trajetórias de dispersão de óleo ou outros poluentes no mar.

Análise preliminar do desempenho dos modelos atmosféricos do Centro de Hidrografia da Marinha

Instituição: Divisão de Previsão Numérica do Centro de Hidrografia da Marinha

Autores: Tatyane Chaves da Silva Sousa, Kaio Calmon Lacerda, Thainá Castro, Victor Vinicius Araujo Ferreira e Ana Carolina Rosas Reis

E-mail dos autores: tatyanecss@gmail.com ; acarol.meteoro@gmail.com

RESUMO

A Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), por meio do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), é responsável pelo monitoramento e previsão de variáveis meteoceanográficas dentro da área marítima de sua responsabilidade, conhecida como METAREA V. A fim de manter o alto padrão das previsões realizadas, a Divisão de Previsão Numérica (DPN), realiza validações entre seus modelos numéricos e dados observados. Uma dessas comparações é a realizada entre os modelos atmosféricos ICONLAM, com resolução espacial de 6,5 Km, e WRF, com resolução espacial de 10 Km, e o escaterômetro avançado (ASCAT), a fim de verificar a acurácia das previsões da componente zonal do vento a 10 m sobre a superfície oceânica. Durante as passagens do ASCAT sobre a METAREA V, foram comparadas as previsões realizadas 12h, 24h e 36h antes da passagem, em rodadas de 00Z e 12Z. Para uma compreensão mais abrangente, foram calculadas as diferenças máximas e mínimas da componente zonal do vento a 10m, o desvio padrão e o viés em cada comparação. A fim de facilitar a visualização dos resultados, o desvio padrão de cada comparação foi plotado, indicando o quanto cada modelo atmosférico tende a superestimar ou subestimar a variável naquele instante de tempo. As análises preliminares revelaram padrões distintos. Na região Sul Oceânica e áreas adjacentes à esquerda, o ICONLAM demonstrou uma tendência consistente de subestimar o vento a 10 m, mesmo durante a passagem de sistemas meteorológicos, apresentando previsões com uma média de 5 nós a menos do que as observações reais. Por outro lado, o WRF tendeu a superestimar as previsões nessa área, chegando a um excesso de aproximadamente 10 nós. Ao considerar o norte da região Norte Oceânica e áreas adjacentes à esquerda, ambos os modelos exibiram uma propensão similar para superestimar o vento a 10 m, com erros de previsão alcançando até 10 nós. Esses resultados fornecem uma visão valiosa das características distintas de desempenho dos modelos em diferentes regiões da METAREA V, contribuindo para aprimoramentos contínuos na precisão das previsões e, conseqüentemente, fortalecendo a eficácia do CHM no fornecimento de informações meteorológicas cruciais para a navegação e a segurança marítima.

MONITORAMENTO DE TRECHO DE PRAIA EXPERIMENTAL COMO VALIDAÇÃO DE PROPOSTA DE MITIGAÇÃO DE EROSÃO NA ENSEADA DO FUNDÃO

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Autores: Cintya K. Sakamoto, Marcos N. Gallo, Rodrigo M. Hoerner, Raphaela Bertolotti, Susana Vinzon, Willen Gomes, Thais Rodrigues, Diego L. Coutinho.

E-mail dos autores: cintyakazue@oceanica.ufrj.br; hoerner@oceanica.ufrj.br; marcosgallo@oceanica.ufrj.br, raphaelabertolotti@poli.ufrj.br, susana@oceanica.ufrj.br, gomes.willen@graduacao.uerj.br, rodrigues.thais@ufrj.br, lemos.coutinho@marinha.mil.br.

RESUMO

Os ambientes costeiros representam espaços de intenso processo de uso e ocupação, com consequentes transformações expressivas em seu meio físico-natural. Por tratar-se de um ambiente de transição, sujeito simultaneamente a processos marinhos, terrestres e atmosféricos, qualquer intervenção apresenta enorme complexidade em seus processos de formação e transformação. Como a Ilha da Cidade Universitária possui características específicas, devido à natureza de sua construção por meio de aterro, uma futura intervenção para mitigação do processo erosivo existente requer estudo mais aprofundado da morfodinâmica local. Neste sentido, o presente trabalho aborda o contínuo monitoramento de uma rampa experimental, como proposta de mitigação do processo erosivo existente na Enseada do Fundão. Tal solução busca apresentar uma alternativa sustentável de baixo custo, rápida implementação e reduzido impacto ambiental, alinhada à abordagem “*Building with nature*”. Considerando que a posição da linha de costa é governada pelo balanço sedimentar e pode ser afetada pela variação nos perfis topográficos das praias, a intervenção foi concebida como um corte no terreno existente, seguindo a declividade natural da praia adjacente. A rampa experimental possui dimensões de 10 m ao longo da praia e 30 m para montante, com inclinação de 1:10, sem revestimento. O levantamento topobatimétrico é realizado periodicamente com uso de Estação Total, juntamente com observação das condições de ondas e correntes (com velocímetro), nível do mar (marégrafo no Parque Tecnológico/UFRJ) e vento (estação meteorológica do Aeroporto Galeão/RJ). A coleta de sedimentos é feita mensalmente, seguindo o método proposto pelo Manual de Engenharia Costeira do USACE. Os levantamentos altimétricos de março a agosto de 2023 mostram pouca alteração topográfica na rampa, apenas leve acumulação de sedimentos na área mais alta do estirâncio. As ondas registradas apresentaram baixa energia, com cerca de 5 cm de altura, períodos curtos e direção predominante de noroeste a nordeste. As correntes até então medidas apresentam baixa intensidade e aparentam associar-se principalmente aos movimentos de variação de nível. Porém encontra-se ainda em andamento sua comparação também com o regime de ventos. A análise granulométrica preliminar revelou um solo heterogêneo, com uma distribuição mais arenosa na faixa original da praia e mais argilosa na zona de aterro. Pequenos bolsões de argila foram observados no leito marinho, resultado do processo erosivo em andamento até a intervenção. A distribuição granulométrica na praia indicou estabilidade na área de praia mais baixa, sugerindo uma contribuição insignificante de solo transportado. Além disso, houve um aumento na fração arenosa nos pontos de maior cota, corroborando a hipótese de progradação na área. Assim, os resultados preliminares indicam uma boa estabilidade do talude criado na rampa experimental, em contraste com os trechos subjacentes que continuam sofrendo processos erosivos. Além disso, os dados coletados fornecem informações relevantes sobre a dinâmica costeira, a erosão e a sedimentação na região. Espera-se ainda que o contínuo monitoramento ao longo do

período do inverno, que costuma apresentar condições climatológicas mais agressivas, contribua para a análise em condições adversas e conduza a conclusões mais consistentes quanto à efetividade da solução proposta.

ESTUDO DO PROCESSO DE ASSOREAMENTO NA ÁREA DO PORTO DO RIO DE JANEIRO COM BASE EM ANÁLISE DE COMPARAÇÕES DE DADOS BATIMÉTRICOS EXISTENTES

Instituição: Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Autores: Dandara Nunes Rangel Teixeira Andrade

E-mail dos autores: dandara.rangel.teixeira@gmail.com

RESUMO

A Baía de Guanabara é uma das baías mais importantes para o Brasil. Isso se dá devido ao seu grande volume de transporte aquaviário e pela sua contribuição à economia local e a do país, visto que 70% do PIB nacional está ligado diretamente à indústria offshore. O grande fluxo de embarcações, que cresce substancialmente a cada ano, juntamente com fatores oceanográficos, faz-se necessário o constante estudo do fundo marinho. Duas grandes razões para esses estudos são: certificação da segurança da navegação e otimização da eficiência dos portos. O presente trabalho visou estudar o processo de assoreamento e as dragagens de manutenção do Porto do Rio de Janeiro, procedendo-se cálculo de volume pela comparação de diferentes levantamentos hidrográficos da área de estudo, sendo eles de categorias A e B, onde seguem as especificações técnicas definidas em função da classificação de levantamentos hidrográficos, descritos pela Organização Hidrográfica Internacional. Tal processamento e análise foram feitos através do software CARIS HIPS and SIPS versão 11.4. Os dados batimétricos, já processados, foram transformados em modelos digitais, dos quais foram comparadas e feitas as diferenças para a obtenção das taxas de assoreamento/erosão e os cálculos de volumes. Desta forma, foram obtidas as taxas de erosão, em média 0,22m em quatro meses, referente ao valor de volume dragado de 47.153,309m³ e a taxa de assoreamento, em média 0,30m em um período de oito meses, referente ao valor total de volume de sedimentos de 66.416,314m³. Além disso, por meio de análise de isolinhas batimétricas, foi possível a identificação das áreas de preferencial acúmulo de sedimentos, com indicação da direção preferencial de seu aporte sedimentar.

Ciclo de Vida de Ciclones do Atlântico Sul: Detecção Automática pelo CycloPhaser e Potenciais Aplicações

Instituição: Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo
Autores: Danilo Couto de Souza, Matheus Bonjour Laviola da Silva, Carolina Barnez Gramscianinov, Ricardo de Camargo e Pedro Leite da Silva Dias

E-mail dos autores: danilo.oceano@gmail.com, matheus.bonjour@gmail.com, carol.iouusp@gmail.com, ricamarg@usp.br, pldsdiass@gmail.com

RESUMO

Este trabalho apresenta a análise do ciclo de vida de ciclones extratropicais na região do Atlântico Sul (AS), com um foco na detecção automática das diferentes fases do ciclo por meio da ferramenta CycloPhaser. O programa de rastreamento de ciclones TRACK é empregado para dados de vorticidade relativa em 850 hPa da reanálise ERA5, onde são identificados os sistemas ciclônicos do que desenvolvem-se ao longo do AS. Para este trabalho, foi desenvolvido um método automático de detecção do ciclo de vida de sistemas ciclônicos, baseado nas séries temporais de vorticidade relativa fornecidas pelo TRACK. Os resultados do estudo revelam a existência de várias "espécies" de ciclones com diferentes configurações de fases em seus ciclos de vida. As fases identificadas incluem incipiente, intensificação, maturação e decaimento. Além disso, adota-se o conceito de fases residual para incorporar idiosincrasias relacionadas à detecção dos sistemas. Os mapas de densidade para a fase incipiente refletem as regiões de ciclogênese no AS já reportadas previamente pela literatura, além de indicar duas novas regiões: costa da Namíbia e Mar de Weddel. Enquanto isso, os mapas de densidade para as fases de intensificação maturação e decaimento refletem as storm tracks do AS. Notavelmente, são identificadas regiões associadas a um segundo ciclo de intensificação, maturação e decaimento dos sistemas. Os sistemas passam por uma segunda intensificação na região oceânica ao sul do continente africano, enquanto que se maturam e decaem próximos à Terra da Rainha Maud. Os resultados deste trabalho fornecem informações valiosas para a compreensão da climatologia do Atlântico Sul e contribuem para aprimorar a detecção e o acompanhamento de ciclones na região. Além disso, a detecção automática do ciclo de vida dos sistemas possui potenciais aplicações pertinentes à oceanografia e meteorologia operacionais e pode auxiliar em estudos que visem o entendimento da dinâmica destes sistemas, tal qual seus efeitos e interações com os oceanos.

Análise da Energética da Tempestade Subtropical Raoni utilizando o Modelo COWST

1 Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, Cachoeira Paulista/SP, Brasil

2 Universidade Federal de São Paulo, USP, São Paulo/SP, Brasil

Vinício Lima Santos 1 , Danilo Couto de Souza 2 , Francieli Jorge 1 , Laiz Cristina Rodrigues Mello 2 , Bruna Larissa Rabelo Reis 1

vinicio.santos@inpe.br, danilo.oceano@gmail.com, francieli.jorge@inpe.br, laiz.cristina@usp.br, bruna.rabelo@inpe.br

RESUMO

A tempestade subtropical Raoni foi um fenômeno meteorológico que se originou na costa do Uruguai e do Rio Grande do Sul, durante o período de 28 de junho a 3 de julho de 2021. Este ciclone se desenvolveu como um desprendimento de um sistema de baixa pressão extratropical que já estava presente em alto-mar, associado a uma extensa frente fria que avançou sobre as regiões Sul, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. Essa tempestade desencadeou ventos de até aproximadamente 100 km/h e trouxe consigo condições adversas, incluindo a ocorrência de neve em algumas áreas afetadas. Neste estudo, analisamos a tempestade subtropical Raoni com foco na energia envolvida em seu ciclo de vida, utilizando o modelo Coupled Ocean-Atmosphere-Wave Sediment Transport (COWST), que é utilizado para simular as interações complexas entre a atmosfera e o oceano. O objetivo principal é compreender como a energética da tempestade Raoni influencia a formação, intensificação e dissipação deste sistema meteorológico. O modelo COWST foi inicializado com dados do Global Forecast System (GFS) com resolução de 0.25° para a atmosfera, enquanto os dados do modelo Global Ocean Reanalysis and Simulations (GLORYS) foram usados para representar as condições oceânicas, para o período do dia 23/06/2021 até o dia 03/07/2021. A análise energética foi computada da tempestade subtropical Raoni, enfocando o uso do ciclo de Lorenz para um período de a cada 6 horas, considerando níveis de pressão atmosférica variando de 100 a 70 hPa. Essa abordagem é crucial para compreender os processos que impulsionam e sustentam esse tipo de fenômeno meteorológico. Os resultados da energética indicam que o desenvolvimento do ciclone Raoni esteve relacionado principalmente com instabilidade barotrópica. O ciclone nasce sob regime misto baroclínico/barotrópico e se intensifica com contribuições do termo de geração de energia potencial turbulenta, indicando a importância dos processos convectivos para seu desenvolvimento. No decaimento do sistema, evidenciam-se movimentos subsistentes, que removem energia potencial do sistema. Os resultados dessa análise apontam que o COWAST permitiu a geração de dados de alta resolução, auxiliando em como a interação oceano atmosfera afeta o ciclo de vida de sistemas transientes. Os resultados da energética ajudaram a entender os processos que levaram a formação, intensificação e decaimento do sistema. No futuro, os resultados serão comparados com o ERA5 e simulações atmosféricas do WRF para permitir que o efeito da interação oceano atmosfera possa ser isolado e melhor compreendido.

ANÁLISE COMPARATIVA DE ALGORITMOS EMPÍRICOS PARA A ESTIMATIVA DE CONCENTRAÇÕES DE CDOM NAS BAÍAS DE SEPETIBA E ILHA GRANDE

Instituição: Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Autores: Dídac Fraga, Vincent Vantrepotte e Eduardo Negri

E-mail dos autores: didacfraga@hotmail.com, Vincent.Vantrepotte@univ-littoral.fr e negrig@gmail.com

RESUMO

CDOM (*Colored Organic Dissolved Matter*) é um indicador de concentrações de carbono orgânico dissolvido (COD), produção primária, influência de dispersão fluvial e desenvolvimento de uma região anóxica. Zonas com grandes fontes de CDOM, sejam elas de origem autóctone, advinda de produtividade primária local ou alóctone oriunda de aporte continental, usualmente associada a descarga fluvial, devem possuir acompanhamento adequado, pois são suscetíveis a desencadear eventos nocivos, seja à estabilidade da fauna local ou à rotina dos habitantes da região. O objetivo principal do presente estudo consiste em avaliar e recalibrar diferentes algoritmos multiespectrais empíricos regionais disponíveis na literatura científica para estimar o coeficiente de absorção do CDOM a partir de imagens de satélites nas regiões das baías de Ilha Grande e Sepetiba, localizadas ao sul do estado do Rio de Janeiro. Para tal, o presente estudo utilizou de dados coletados em 3 campanhas oceanográficas realizadas durante o período de novembro de 2021 e abril e setembro de 2022. Foram coletadas, concomitantemente, amostras de água de superfície (0,5 m) e medidas radiométricas acima da coluna d'água utilizando-se um radiômetro portátil da marca *HandHeld FieldSpec Pro*, durante o período entre 9h as 16h. Após filtradas em filtros de polietileno Milipore, porosidade de 2 μm , as amostras de água filtradas foram analisadas em um espectrofotômetro UV-Visível (intervalo espectral: 250 a 850 nm) para obtenção do coeficiente de absorção do CDOM, $a_{\text{cdom}}(\lambda)$. A reflectância de sensoriamento remoto, $R_{\text{rs}}(\lambda)$, foi derivada das medidas radiométricas coletadas in situ. Os valores de $a_{\text{cdom}}(350 \text{ nm})$ permaneceram em média abaixo de 5 m^{-1} , valores esperados para regiões costeiras com níveis de eutrofização e aporte de sedimentos moderados, maiores valores coincidem com período de maior precipitação na região. Curvas de regressão entre a_{cdom} e R_{rs} foram determinadas para avaliar o desempenho dos algoritmos multiespectrais Kutser05, D'Sa06, Cao18, Son-B2R e Loisel14.

Importância da deriva litorânea como mecanismo de captura e transporte dos sedimentos finos provenientes do Rio Doce-ES.

Instituição: Programa de Engenharia Oceânica/COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro
Autores: Dominique Joelle Silva; Gustavo Vaz de Melo; Diego Luiz Fonseca; Thiago Fagundes Leão; Lucas de Oliveira; Jacqueline Albino; Lucas Bermudes Castro; Luiz Henrique S Oliveira; Susana Beatriz Vinzón; Marcos Nicolás Gallo.

E-mail dos autores: dominique.silva@poli.ufrj.br; gustavooen@oceanica.ufrj.br;
dluizfon@gmail.com; thiagofleao@oceanica.ufrj.br; lucasoliveira.fiocruz@poli.ufrj.br;
albino.jacqueline@gmail.com; lucasbdec@gmail.com; susanavinzon@gmail.com;
marcosgallo@oceanica.ufrj.br.

RESUMO

A corrente litorânea gerada dentro da zona de surf a partir da atuação do clima de ondas vigente é um dos principais mecanismos de transporte de sedimentos paralelo a linha de costa, participando efetivamente das modificações da morfologia e na distribuição dos sedimentos. O litoral do Espírito Santo é marcado pela presença de uma planície costeira com influência do aporte de sedimentos finos pelo Rio Doce, que ao entrar na zona costeira é depositado na plataforma continental interna e redistribuído pelos processos físicos para as demais regiões. A interação entre os processos físicos resulta em uma sazonalidade na dinâmica da plataforma continental adjacente ao Rio Doce. No período chuvoso (meses de verão) há importante contribuição do aporte fluvial associado a um clima de ondas com altura significativa, em média, de 1 m e direção NE, enquanto que no período seco (meses de inverno), há maior frequência de entrada dos sistemas frontais, que contribuem com um clima de onda com maior energia, associada a um baixo aporte do rio. Após sucessivos ciclos de sedimentação e ressuspensão pela ação das ondas na região da plataforma continental, os sedimentos finos alcançam o sistema praiial e sua redistribuição passa a ser controlada pelo transporte da deriva litorânea podendo atuar como um importante mecanismo de transferência de sedimentos para outras regiões costeiras. Assim, o objetivo deste trabalho consiste em apresentar as características da deriva litorânea no litoral do Espírito Santo através das vazões líquidas residuais, caracterizando a sua capacidade de transporte durante os períodos seco e chuvoso, desde o ano 2019 até 2023. As vazões litorâneas foram obtidas pela formulação adaptada de Longuet-Higgins (1970), utilizando informações das ondas (altura significativa e direção de pico) simuladas pelo modelo Delft3D, e das características da praia (declividade e diâmetro médio do sedimento) em pontos alinhados com as estações de medidas ao longo do litoral, provenientes do Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática (PMBA/FEST). A vazão litorânea residual apresentou o mesmo sentido nos períodos analisados, variando apenas a sua intensidade. Nos pontos localizados ao norte da desembocadura do Rio Doce, a vazão litorânea residual se direcionou para norte, enquanto que ao sul até Barra do Riacho, a vazão se direcionou para sul. As diferenças na intensidade da vazão litorânea estiveram associadas ao clima de ondas que, durante o período chuvoso obteve-se um valor médio próximo a $3 \text{ m}^3/\text{s}$, menores do que no período seco com uma vazão litorânea, em média, de $5 \text{ m}^3/\text{s}$. O transporte preferencial para norte foi constatado pela presença de lama na região da antepraia ao norte da foz. Assim, a deriva litorânea é um dos principais mecanismos de captura e redistribuição de sedimentos finos ao longo da costa, tanto provenientes do Rio Doce quanto dos ressuspensos do depósito lamoso na plataforma continental

pela ação das ondas. A estimativa da vazão litorânea residual permitiu caracterizar ao longo da costa os setores com maior potencial de transporte e a direção do transporte preferencial ou residual.

Eventos extremos de vento e onda nas três áreas de maior potencial de produção eólica offshore do Brasil

Instituição: LAMCE/COPPE/UFRJ

Autores: Douglas Medeiros Nehme, Maurício Soares, Livia Sancho, Raquel Toste, Luiz Paulo de Freitas Assad e Luiz Landau

E-mail dos autores: medeiros.douglas3@gmail.com, soares@lamma.ufrj.br, liviasancho@gmail.com, rtoste@gmail.com, lpaulo@lamce.coppe.ufrj.br, landau@lamce.coppe.ufrj.br

RESUMO

A atual fronteira na transição para uma economia de baixo carbono no Brasil é a produção eólica offshore. As áreas costeiras mais promissoras estão entre o Rio Grande do Norte e Maranhão (NE), entre o Rio de Janeiro e o Espírito Santo (SE) e entre o Rio Grande do Sul e Santa Catarina (S). Entretanto a ocorrência de eventos extremos é prejudicial durante a instalação e manutenção das torres, mas também podem paralisar a produção por motivos de segurança estrutural e por isso são cruciais na avaliação de viabilidade da região. Nesse processo os regimes de ondas e correntes marinhas também são essenciais, pois suas condições médias e extremas afetam o dimensionamento das estruturas dos parques eólicos offshore. Com isso exposto, o presente estudo avaliou os extremos de vento e onda nas três regiões com maior capacidade teórica de produção (NE, SE e S) através da estimativa dos níveis de retorno da velocidade do vento a 150 metros de altura (wspd) e altura máxima individual de onda (hmax) para eventos com períodos de retorno de 50 e 100 anos. Para isso foram analisados os resultados da reanálise global ERA5, que possui resolução temporal horária e espacial de $0,25^\circ$, para todo o período disponível (1940-2022). Para cada uma das regiões calculou-se a série temporal de extremos para wspd e hmax, definida a partir do máximo valor anual observado para cada variável na simulação. Assim foi possível ajustar uma distribuição do tipo Generalized Extreme Value (GEV) para cada série e com elas estimar os níveis de retorno de wspd e hmax. Para a área NE os níveis de retorno de wspd para eventos com período de retorno de 50 anos (RL50) e de 100 anos (RL100) foram, respectivamente, 18,9 m/s e 19 m/s, para a área SE foram 24,6 m/s e 25,4 m/s e para a área S foram 35,9 m/s e 37,0 m/s. Já o RL50 e RL100 para para hmax foram 6,4 m e 6,5 m para a área NE, 10,4 m e 10,7 m para a área SE e 16,7 m e 17,4 m para a área S. Dessa forma, observa-se que os eventos extremos são mais intensos na área S e mais fracos na área NE, demandando assim estruturas mais reforçadas na primeira. Quando o comportamento médio de wspd é analisado nessas áreas e não os valores extremos, a área NE é a com maior intensidade e maior constância ($9,27 \pm 2,73$ m/s), enquanto a SE tem a menor intensidade ($7,83 \pm 3,72$ m/s) e a S a menor constância ($8,89 \pm 4,19$ m/s). A partir dessas análises a área NE se posiciona como a mais viável para produção de energia eólica offshore, visto que ela é a que possui ventos médios mais intensos, com menor variabilidade e eventos extremos de vento e onda também menos intensos.

Hidrodinâmica de um canal de maré na costa amazônica, Salinópolis, Pará.

Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA)

Autores: Eduardo Vitarelli de Queiroz (Professor – UFPA), Lucas Rodrigo Reis Freitas (Estudante de Engenharia de Exploração e Produção de Petróleo – UFPA), João Luiz Baptista de Carvalho (Professor – UFPA), Inaiê Miranda (Pós-doutoranda – UFPA), Vando Gomes (Professor – UFPA), Pedro Paulo de Freitas (Professor – UFPA), Juliana Guerreiro (Pós-doutoranda – UFPA)

E-mail dos autores: evqueiroz@ufpa.br, lucasrodrigo.epp@gmail.com, jlb.carvalho@hotmail.com, miranda.inaie@gmail.com, vandogomes@ufpa.br, pedropaulof@ufpa.br, juliana.guerreiro@ig.ufpa.br

RESUMO

Este trabalho apresenta uma caracterização da hidrodinâmica em um canal de maré localizado em uma região amazônica do Brasil chamada de Destacado (Salinópolis-PA-Brasil). Os dados foram coletados em condições de maré de sizígia e quadratura durante a estação chuvosa e menos chuvosa. Foram coletados dados de salinidade, temperatura, velocidade e direção da corrente da coluna d'água na região central do canal. Perfis de temperatura, salinidade e densidade também foram realizados ao longo do canal de maré (da desembocadura à montante) durante o estófo de preamar. Os resultados mostraram que a maré no canal do Destacado é estacionária com máximas velocidades na meia-maré vazante e enchente. Existe uma assimetria de maré onde a vazante é mais longa do que a enchente. A temperatura e salinidade não tiveram variação significativa ao longo do ciclo medido (1,5 °C e 0,5, respectivamente) e não existe estratificação ao longo da coluna d'água durante o período medido. A velocidade da corrente na maré de quadratura foi mais baixa quando comparada à de sizígia, onde, a velocidade da corrente aumenta em toda a coluna d'água durante a maré vazante e enchente e é mínima nos estófos de maré. Ao longo do tempo, a temperatura da água na maré de sizígia apresentou, no período seco e chuvoso, médias de 29,6 °C e 29 °C, respectivamente, e na maré de quadratura, nesses mesmos períodos, 29,3 °C e 28,8 °C, por essa ordem. Por sua vez, a salinidade da água mostrou baixa variação ao longo do tempo e profundidade no período seco, com uma média de 35,3 na maré de sizígia, e 35,8 na maré de quadratura, e maior variação da salinidade nas marés de sizígia e quadratura no período chuvoso, com médias de 21,2 e 23,5 nesta ordem. No período seco, a densidade da água, apontou média de 1022,1 kg/m³ na sizígia, e 1022,5 kg/m³ na quadratura, apresentando pouca variação ao longo do tempo e da profundidade. No período chuvoso, a densidade obteve maior variação nas marés de sizígia, com 1011,7 kg/m³ e quadratura 1013,5 kg/m³. Nas análises dos perfis longitudinais ao longo do canal, no período seco, observou-se que há pouca variação ao longo do canal com a profundidade. A temperatura mostrou maior variação na maré de quadratura quando comparado à maré de sizígia, com médias de 29,4 °C e 29,1°C respectivamente. O mesmo ocorre para a salinidade, onde a média foi de 35 na sizígia, e 35,9 na quadratura. No período chuvoso, a temperatura variou mais na quadratura se comparado à sizígia, onde as médias foram de 28,7 °C e 29,3 °C respectivamente. A salinidade apresentou média de 23,5 na sizígia, e 24,7 na quadratura. Considerando que a temperatura não teve muita variação, a densidade variou mais em função da salinidade, que obteve uma variação maior durante a temporada chuvosa. O presente trabalho apresenta a primeira etapa da pesquisa de análise da qualidade de água e capacidade de diluição de esgoto doméstico dos corpos d'água no entorno de Salinópolis.

Caracterização do padrão de ondas superficiais de gravidade geradas pelo vento no Complexo Estuarino De São Marcos (MA).

Instituição: Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Autores: Erlle Dairlane Vieira Santos; Ana Carolina Lustosa Gomes de Campos; Audalio Rebelo Torres Junior; Alexandre Macedo Fernandes

E-mail dos autores: Erlldairlane@gmail.com; lustosaanacarolina@gmail.com; audalio.torres@gmail.com; alxmfr@gmail.com.

RESUMO

Localizado no Norte do Estado do Maranhão, o Complexo Estuarino de São Marcos (CESM) faz parte de um conjunto de estuários e reentrâncias e tem aproximadamente 3.000 km² de área total, compreendendo desde a divisão do Rio Mearim, pela Ilha dos Caranguejos, até sua saída para a plataforma continental. Tem profundidade média de 10 metros, podendo atingir profundidades maiores que 50 metros. O CESM abrange três importantes estruturas de portos: Terminal Marítimo da Ponta da Madeira (TMPM), O Porto do Itaqui da Empresa Maranhense de Administração Portuária (EMAP) e o Terminal Portuário privado da Alumar. O estudo do padrão das ondas superficiais tem se tornado mui relevante para vários tipos de aplicações, devido à grande influência que elas têm na dinâmica de ambientes costeiros e em estruturas offshore, além de serem uma das mais relevantes formas de transporte de energia em ambientes litorâneos. Deste modo, a partir do estudo do padrão das ondas é possível saber como estas estão interagindo com as estruturas costeiras e analisar a dinâmica litorânea. Assim, este trabalho teve por objetivo principal a caracterização do padrão de ondas de gravidade de superfície na região do CESM. Os dados observados de ondas utilizados neste trabalho foram coletados no ano de 2012 (janeiro a dezembro), e são oriundos de medições onde foram utilizados sete ADCP's (Acoustic Doppler Current Profiler), modelo Teledyne RD Instruments, configurados na frequência 614400 HZ, fundeados na região do CESM. O espaçamento temporal dos dados medidos foi de 15 minutos e, a partir deles, foi possível identificar a altura significativa, período de pico e direção de propagação de ondas. Durante o estudo, percebeu-se que as ondas que se propagam pelo CESM não são geradas somente por vento. Também foi notável a ação de ondas geradas pela movimentação de navios na região, tornando-a muito mais dinâmica e complexa, pois a predição de ondas geradas por navios apresenta maiores dificuldades. As direções predominantes das ondas, em todos os pontos analisados, foram de Norte, Nordeste e Noroeste. Deste modo, podem ser relacionadas com os alísios de nordeste. Ondas oriundas de outras direções foram relacionadas com a movimentação de navios na região, tanto do ferryboat (embarcação de transporte de veículos e passageiros) como dos navios de carga que atracam no Complexo Portuário local. As ondas que dominam a região do CESM são geradas por ventos locais e o seu comportamento pode ser relacionado com a posição da ZCIT. Notou-se que a frequência e a altura significativa das ondas aumentam de acordo com a época do ano. Na época de seca (segundo semestre do ano), onde a pista de geração de ondas é maior devido ao deslocamento da ZCIT para o Hemisfério Norte, as ondas têm altura significativa e período de pico maiores, se comparadas com o período chuvoso (primeiro semestre do ano). Os resultados deste estudo servem como ponto de partida para entender o comportamento das ondas do CESM, além de constituírem um alicerce para futuras pesquisas relacionadas ao potencial energético de ondas oceânicas da região.

Navegação em calado dinâmico na Barra Norte do Rio Amazonas

Instituição: Cooperativa de apoio e logística aos práticos da ZP1 - UNIPILOT

Autores: Leandro Caiaffa, Aderson Gregório e Ernesto Molinas

E-mail dos autores: caiaffa@praticagemrioamazonas.com , hidrografia@unipilot.com,
hidrodinamica@unipilot.com

RESUMO

A navegação em calado dinâmico, regulamentada pelas diretrizes estabelecidas na Normam 33 da Marinha do Brasil, representa um avanço significativo para a segurança e a eficiência das operações marítimas no Brasil. Este trabalho discorre sobre os desafios e as medidas que estão sendo tomadas pelo corpo técnico da praticagem da ZP1 no intuito de satisfazer as condições necessárias para a implementação do calado dinâmico na Barra Norte do Rio Amazonas. São abordados métodos e soluções para temas como o estabelecimento e a manutenção de estações maregráficas em terrenos instáveis, o desenvolvimento de boias meteoceanográficas capazes de prover dados de qualidade sob condições extremas de corrente e vandalismo, o desenvolvimento de um sistema preciso de medição de folga abaixo da quilha para navios de carga e o projeto de uma estação fixa de monitoramento na região do Arco Lamoso. O conjunto destes esforços vem elevando sistematicamente o calado operacional na região, contando atualmente com autorização para passagens teste com até 11,9 metros e com perspectivas promissoras para a superação dos 12 metros em um horizonte próximo. Acreditamos que a cooperação tecnológica entre a Praticagem, a Marinha do Brasil e instituições como o DNIT e a ANTAQ representa uma ferramenta fundamental para o desenvolvimento sustentável da região amazônica.

Análise das discrepâncias na previsão de ciclones na América do Sul

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro

Autores: Everson C. de Souza 1 , Ronaldo M. J. Palmeira 2 , Ana Cristina P. A. Palmeira 3

E-mail dos autores: eversoncoqueiro@gmail.com 1 , palmeira@gmail.com 2 ,

anapalmeira@igeo.ufrj.br

RESUMO

Os modelos numéricos de previsão são altamente sensíveis às condições iniciais, onde erros sistemáticos associados ao prognóstico podem enviesar a previsibilidade, a trajetória e as magnitudes das variáveis atmosféricas. Sabe-se que uma certa dificuldade é associada aos modelos de previsões quando são inicializados por um conjunto de equações não lineares, na tentativa de representar os fenômenos que influenciam diretamente a evolução das condições atmosféricas. Lorenz (1963), apresentou resultados onde comprovou que perturbando ligeiramente as condições iniciais dos modelos numéricos, após um período temporal de integração, os resultados finais eram completamente diferentes, representando assim a complexidade de representar as condições atmosféricas, denominando-as como eventos "caóticos". Desse modo, o objetivo deste trabalho é estudar a previsibilidade de ciclones, utilizando como estudos de caso a tempestade subtropical Yakecan e um ciclone extratropical clássico, buscando identificar a frequência de erros sistemáticos associado a previsões de até 360 horas (15 dias), analisando nesse período o quanto a previsão destoa do que é realmente observado na análise. Para isto, serão utilizadas variáveis do Global Forecast System (GFS), a fim de realizar a comparação entre o observado e o previsto. No rastreamento dos ciclones será utilizado o método TRACK (HODGES 1995, 1996, 1999). Ao final desse trabalho, espera-se verificar o quanto a trajetória, a pressão, a vorticidade relativa e o vento são afetados durante o período de previsão, e quantos dias em média o modelo se torna representativo para a previsibilidade do ciclone. Através do algoritmo TRACK, notou-se uma discordância na fase em que o ciclone é considerado como Tempestade Subtropical, resultando em pontos de coordenadas que coincidem exatamente, entre as trajetórias da análise e do previsto, isto ocorre conforme as previsões se aproximam do dia em que o ciclone é formado. Acredita-se que esta desconformidade possa estar relacionada à parametrização do TRACK, onde o rastreador detecta vorticidades relativas negativas com coordenadas próximas, fazendo com que elas coincidam exatamente.

Adaptação do método de triângulo de mistura para a classificação de massas d'água

Instituição: Laboratório de Hidrodinâmica Costeira, Instituto Oceanográfico – Universidade de São Paulo (IOUSP)

Autores: Felipe Conrado Freitas de Oliveira, Marcelo Dottori

E-mail dos autores: felipe.conrado@usp.br ; mdottori@usp.br

RESUMO

O Canal de São Sebastião, localizado na Plataforma Continental Sudeste, é uma região de grande interesse econômico e oceanográfico. Sua hidrografia é caracterizada por três massas d'água distintas: a Água Costeira (AC), que é restrita à plataforma interna e possui baixos valores de salinidade devido ao influxo de água doce de drenagem continental; a Água Tropical (AT), localizada na superfície da plataforma externa e conhecida por alta salinidade e temperatura; e a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), que preenche o fundo da plataforma externa e apresenta temperaturas mais baixas devido à sua formação em maiores latitudes. A região é influenciada pela Alta Subtropical do Atlântico Sul, que direciona ventos predominantes de NO durante o verão. Esses ventos promovem o deslocamento de água para longe da costa, permitindo a ressurgência da ACAS. No inverno, com o enfraquecimento desse sistema, a estratificação das massas d'água pode se intensificar, afetando a dinâmica da região. A classificação de massas d'água é feita usando o método de triângulo de mistura, que consiste em quantificar o percentual de cada massa d'água na amostra usando índices termohalinos previamente estabelecidos na literatura. Porém, devido a AC sofrer influência de variáveis continentais e costeiras, esta massa d'água possui uma grande variabilidade de temperatura e salinidade na região e, portanto, é necessário um ajuste de seus índices para uma classificação mais eficiente. O presente trabalho propõe uma adaptação da metodologia de classificação por triângulo de mistura, utilizando uma série histórica de dados de CTD coletados no Canal de São Sebastião entre 1991 e 2018. Para isto, os índices de AT e ACAS serão determinados conforme a literatura estabelecida. No entanto, os índices de AC serão selecionados manualmente, abrangendo os dois extremos do Diagrama-TS dos dados coletados no Canal (representando os períodos de inverno e verão). Será empregado um método de interpolação linear, conectando os pontos selecionados manualmente. Essa linha servirá como base para a geração de pontos intermediários que representarão os índices da AC durante os meses de primavera e outono. Essa técnica resultará em um modelo de mistura móvel que captura de forma precisa e dinâmica as mudanças na hidrografia ao longo do ano, formando um triângulo de mistura variável que reflete as condições na região. Espera-se que esta classificação usando o método de triângulo de mistura móvel seja mais eficiente por conseguir abranger as variações sazonais da AC para o Canal de São Sebastião.

Análise da Incerteza Temporal e Conceitual do Nível de Redução de Marés: um estudo de caso para a Ilha Fiscal

Instituição: CHM/USP

Autores: Felipe Rodrigues Santana / Ricardo Camargo / Joseph Harari

E-mail dos autores: rodrigues.santana@marinha.mil.br / ricamarg@usp.br / joharari@usp.br

RESUMO

No Brasil, o Nível de Redução de marés (NR) depende do Nível Médio do Mar (NMM) e do somatório das amplitudes de constantes harmônicas das componentes de maré (Zo). Neste trabalho, foi utilizada uma série temporal de nível do mar (de 1989 a 2021) da estação maregráfica da Ilha Fiscal, bem como múltiplas séries de períodos distintos nesse intervalo, a fim de analisar os fatores que podem influenciar o cálculo do NR e de sua incerteza, tais como: o período de observação; a época do ano; o método da análise harmônica; a energia residual da análise; a frequência de sua atualização; e o conceito que o define. As séries foram divididas em vários conjuntos, de 6 meses a 15,4 anos, com progressão aritmétrica de 1 mês. Foi verificado que o desvio padrão do NMM em relação à sua tendência, para séries de 6 meses, foi de 14cm, enquanto o desvio padrão médio, para séries inferiores a 10 anos, foi de 9cm, valor superior à incerteza do modelo geoidal brasileiro em determinadas regiões do país. Em relação ao método de cálculo do NR, três critérios foram adotados: Zo com menor influência meteorológica; o NR e o NMM de dois anos, ou com 19 anos. Para o primeiro critério, foram comparadas duas séries, com resíduos de 90,1% e 82,9%. A diferença do Zo entre essas foi de 0,76cm. De outra forma, ao comparar o NR com NMM calculado em 2 anos e o calculado em 19 anos, a diferença foi de 20,7 cm, o que indica uma influência do NMM maior do que do Zo, na incerteza do NR. Foram comparados, ainda, 3 diferentes softwares para análise harmônica: Pacmaré, T-Tide e U-tide. Entre o primeiro e o terceiro, foram observadas diferenças menores do que 1cm para as amplitudes das constantes M2, S2, O1, K1 e P1. Já entre o primeiro e o segundo, uma diferença de 2,3cm para O1 e 2,4cm para M2. Ao comparar os conceitos do NR, foi verificada uma influência sazonal da histerese nos oceanos, pois as maiores probabilidades de risco encontravam-se nos meses de primavera e as menores, nos meses outono. Em relação aos diferentes conceitos do NR, foi verificado que, em um período de 19 anos, o nível do mar permaneceu abaixo do MLWS durante 108 dias, do LLWLT durante 27 dias e daLAT durante 10 dias. Por fim, ao comparar tais conceitos para séries com duração de um ano em relação à LAT de 19 anos, constatou-se uma diferença média de 18,46 cm para o MLWS; 6,97 cm para o LLWLT; e 5,33 cm para a LAT. Portanto, sugere-se, a curto prazo, avaliar o uso da LAT obtida a partir de séries com duração de 1 ano. O que é viável, pois no Brasil, para implantação da FDAQ é necessário no mínimo 1 ano de observação do nível do mar. O conhecimento preciso e acurado do NR é útil para todas as aplicações relacionadas ao gerenciamento costeiro e ao posicionamento marítimo.

Valores extremos de cisalhamento vertical de correntes na Bacia de Santos

Instituição: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo

Autores: Fernanda Belinazo

E-mail dos autores: fer.belinazo@gmail.com

RESUMO

O sistema de Corrente de Contorno Oeste (CCO) do Giro Subtropical do Atlântico Sul possui uma estrutura vertical singular quando comparado a outros sistemas subtropicais de CCOs. As massas de água são transportadas em diferentes direções e profundidade de acordo com a latitude. Essa característica possui relação com o padrão de múltiplas bandas da Corrente Sul Equatorial (CSE), que ao atingirem a margem continental brasileira bifurcam-se em jatos opostos. A inversão de direção que ocorre entre a Corrente do Brasil (CB) e a Corrente de Contorno Intermediária (CCI) é responsável pela maior variação da espessura vertical da CB, ocorrendo de maneira mais expressiva ao longo da Bacia de Santos. A formação da CCI deve-se ao ramo norte da Bifurcação de Santos, que se situa a uma latitude aproximada de 28°S, e é responsável pelo jato que flui em direção ao equador. A mudança de sinais das velocidades horizontais, observadas em seções ortogonais à essa variável, evidencia a presença de cisalhamento vertical. A região é marcada por forte atividade de mesoescala, onde ocorre vórtices e meandramentos, feições que apresentam relação com o cisalhamento vertical. O objetivo do trabalho é analisar, em série temporal (1993 a 2020), as velocidades e o cisalhamento vertical do sistema CB-CCI, com a finalidade de reconhecer como alterações dessas variáveis interferem na dinâmica do local, bem como interpretar valores extremos. No cenário atual de mudanças climáticas, reconhecer padrões extremos é necessário para estudos de previsões, gerando conhecimento para melhor gestão nesses casos. A Bacia de Santos é o Pólo do Pré-Sal e vem sendo estudada visando a caracterização dessa região por interesse tanto acadêmico quanto econômico. Reconhecer a estrutura vertical e suas variações é uma ferramenta importante para entendimento da dinâmica do local com aplicações determinantes para a engenharia oceânica.

Modelo Fenomenológico para a velocidade acústica em Águas da costa brasileira

Instituição: UFRJ / PENO

Autores: Fernanda da Rocha Chames

Professor Luiz Gallisa Guimarães E-mail dos autores: nanda.chames@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo, a partir de premissas e argumentos físicos, desenvolver e validar um Modelo Fenomenológico (MF) para a velocidade acústica, utilizando dados coletados em campanhas oceanográficas realizadas pela Marinha do Brasil (MB) em Águas da costa brasileira. Além disto, do ponto de vista didático-científico, estão sendo utilizados modelos e métodos físico-matemáticos já bem estabelecidos na área da oceanografia física, assim como também o uso dos programas e softwares para o desenvolvimento analítico dos modelos, e pôr fim a validação numérica dos mesmos. Pretendemos, com as fórmulas explícitas que descrevem tais parâmetros oceanográficos obter o conhecimento da variabilidade dos mesmos ao longo das águas da costa brasileira. Com base nessas análises obter e validar uma equação de velocidade do som no oceano, calibrada para a região da costa brasileira. Com o intuito de termos uma formulação própria e calibrada para as características locais. A partir dos resultados obtidos, vimos que teríamos que ter um novo modelo fenomenológico para a celeridade, que levasse explicitamente em conta a variação com a profundidade tanto da Temperatura(T) quanto da Salinidade (S), pois é bem sabido que estas têm influência em larga escala no comportamento do perfil de velocidade, principalmente ao longo de toda termoclina e nas vizinhanças de um possível mínimo salino na vizinhança do SOFAR. Motivados por isto e fortemente baseados em modelos tipo Mackenzie ou Coppens, propomos o seguinte modelo fenomenológico para a celeridade normalizada,

$$U \sim U_0 + s_1 \Delta S + t_1 \Delta T + x_1 \chi + s_2 \Delta S + t_2 \Delta T + x_2 \chi + st_{11} \Delta S \Delta T + sx_{11} \chi \Delta S + tx_{11} \chi \Delta T$$

Por fim, gostaríamos de frisar que pretendemos que o presente Modelo Fenomenológico (MF) venha a descrever de forma satisfatória, o comportamento da celeridade em mesoescalas (pelo menos inicialmente). De modo que em estágios futuros, quando for possível se obter um maior volume de dados analisados, vermos a viabilidade de estendê-lo (ao menos estatisticamente) para escalas regionais. Para testarmos estas hipóteses, fizemos como um “exercício” numérico, o procedimento de adotar os coeficientes do polinômio [$U_0, s_1, t_1, x_1, s_2, t_2, x_2, st_{11}, sx_{11}, tx_{11}$] que representam o modelo de velocidade MF, como sendo a média (por enquanto apenas aritmética) dos coeficientes obtidos pelo método dos mínimos quadrados para as três regiões analisadas (NE, SE e SU), e posteriormente usando os dados de CTD, o algoritmo utiliza os valores regionais dos contrastes de salinidade ΔS e temperatura ΔT para executar o cálculo da velocidade por meio do modelo MF.

LSTM Convolutacional para Previsão Espaço-Temporal das Correntes Superficiais a partir de HF Radar.

Instituição: OceanPact

Autores: Fernando Túlio Camilo Barreto, Matheus Bonjour Laviola da Silva, Marcia Carolina de Oliveira Costa, Kaio Calmon Lacerda, Carlos Leandro da Silva Junior

E-mail dos autores: fernando.barreto@oceanpact.com, matheus.laviola@oceanpact.com, marcia.costa@oceanpact.com, kcalmonlacerda@gmail.com, carlos.leandro@oceanpact.com

RESUMO

A tecnologia do Radar de Alta Frequência (HF-Radar/HFR) permite a medição em tempo real da velocidade e direção das correntes superficiais, sem ser afetada por condições climáticas. Os dados obtidos a partir do HFR têm diversas aplicações práticas, como a caracterização da circulação oceânica (Firdaus et al., 2021), entrada para modelos de partículas (Dumas et al., 2020), validação de modelos numéricos (Mourre et al., 2018), e assimilação em modelos hidrodinâmicos (Wilkin et al., 2005 e Shulman & Paduan, 2009). Dependendo do tipo específico de sensor e da resolução dos dados, as medições dos campos de totais do HFR podem se estender de alguns quilômetros a até 200 quilômetros, com distâncias radiais alcançando até 300 quilômetros. No entanto, em aplicações de emergência em que previsões são necessárias, como operações de Busca e Salvamento (SAR), a tomada de decisão depende de dados derivados de mapas de Radar de Alta Frequência (HFR) obtidos nas últimas horas. Outra opção é a assimilação de dados do HFR em modelos computacionais, mas isso nem sempre está disponível devido aos altos custos computacionais e complexidade. Além disso, se não forem implementados corretamente, esses modelos podem apresentar erros significativos, o que é crítico em uma área onde as menores imprecisões podem ter repercussões significativas. Assim, a Aprendizagem de Máquina emerge como uma ferramenta capaz de fornecer previsões com base em dados de campo de corrente do HFR. Considerando a natureza bidimensional dos dados do HFR, uma abordagem apropriada é a LSTM convolutacional, uma vez que necessitamos de previsões espaço-temporais dos campos u e v . Enquanto a convolução extrai características espaciais da sequência de campos de corrente atual, a LSTM aprende a relação entre sequências de características espaciais e o tempo. Até a data desta pesquisa, não existe trabalho publicado sobre a aplicação de LSTM convolutacional na previsão de correntes derivadas do HF-Radar em ambientes oceânicos. A abordagem mais próxima foi o uso de CNN-GRU (Gated Recurrent Unit) para prever correntes a partir de um sistema de HF-Radar na circulação de água do Golfo da Tailândia, que é influenciada principalmente pelas monções. Portanto, nesta pesquisa, empregaremos uma rede LSTM convolutacional para a previsão de curto prazo (1-6 horas) de dados de corrente superficial obtidos do sistema HF-Radar instalado para monitorar a região oceânica da Bacia de Campos (Rio de Janeiro, Brasil). A seleção do horizonte de previsão de 6 horas está alinhada com as descobertas de pesquisa em SAR, que indicam que após 6 horas as chances de resgatar pessoas com vida diminuem significativamente (Serra et al., 2020). Na aplicação de LSTM convolutacional, testaremos duas configurações: a Rede LSTM Convolutacional (ConvLSTM) como proposta por Shi et al. (2015) e a Rede Neural Convolutacional de Tempo Distribuído com LSTM (CNN-LSTM) com base na abordagem apresentada por Montaha et al. (2022). As saídas dessas redes neurais serão posteriormente comparadas com as correntes derivadas dos conjuntos de dados globais, nomeadamente o Mercator Analysis e o Hycom-Ncoda, para avaliar a qualidade das previsões geradas pelas redes implementadas neste estudo.

Oscilações quase-inerciais no sudeste brasileiro em modelos operacionais de previsão oceânica

Instituição: Laboratório de Oceanografia Física – LOF/COPPE/UFRJ

Autores: Francisco L. P. Moraes, Mariela Gabioux, Renato P. Martins, Afonso M. Paiva

E-mail dos autores: chicolpmoraes@hotmail.com, mariela@oceanica.ufrj.br,
renatopm@petrobras.com.br, afonso@oceanica.ufrj.br

RESUMO

Oscilações quase inerciais são ondas que se propagam com frequência próxima à frequência inercial local. Podem ser geradas, entre outros fatores, por variações no campo de ventos e nas tensões superficiais, associadas à propagação de sistemas sinóticos, e transferir energia na vertical influenciando processos de mistura até grandes profundidades. Dependendo da região, oscilações quase inerciais podem representar uma fração significativa da energia presente nas camadas superiores do oceano, em especial em locais fora da ação direta das correntes do contorno oeste. No presente estudo, as oscilações quase inerciais presentes no campo de correntes são analisadas a partir de dados coletados em diferentes fundeios realizados na região sudeste brasileira, nas Bacias de Campos e Santos. Os resultados são então comparados com os de simulações numéricas disponíveis por dois sistemas de previsão de curto período de correntes marinhas. Estes sistemas são o MTV24, mantido pela Marinha do Brasil e desenvolvido no escopo do Projeto REMO – Rede de Modelagem e Observação Oceanográfica, e o LSE36, mantido e desenvolvido pelo Laboratório de Oceanografia Física - LOF/COPPE. Ambos os sistemas utilizam o modelo hidrodinâmico HYCOM – Hybrid Coordinate Ocean Model, com diferentes módulos de assimilação de dados (o RODAS, no caso do MTV24 e o T-SIS, no caso do LSE36) e são forçados em superfície por previsões atmosféricas do GFS – Global Forecast System. A previsibilidade dos dois sistemas na banda inercial é avaliada e os resultados das simulações utilizados para investigar a distribuição da energia nesta banda nas Bacias de Campos e Santos, em regiões de plataforma continental, talude e oceano profundo.

Análise de Agrupamento de Ondas para Eventos Extremos de Ressuspensão de Sedimentos na Plataforma Continental do Espírito Santo.

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Autores: Gabriela C. Brasileiro, Sabrina A. R. da Fonseca, Tayná, R. M. Paiva, Júlia T. Salviato, Rafael A. N. Reis, Guilherme N. Mill, Renato D. Ghisolfi.

E-mail dos autores: gabrielacbrasileiro@gmail.com, sabrinaarf@gmail.com, taynarmartins@gmail.com, jtsalviato@gmail.com, rafael_cgb@hotmail.com, guilhermemill@gmail.com, renato.ghisolfi@ufes.br.

RESUMO

Na Plataforma Continental do Espírito Santo, o aporte sedimentar do Rio Doce (RD) contribui para a formação de um extenso banco lamoso adjacente à sua foz, constantemente exposto à ação de ondas de gravidade superficiais. Após o rejeito associado ao rompimento da Barragem de Fundão (Mariana – MG, 2015) chegar e se depositar na região marinha adjacente à foz do RD, trabalhos recentes mostram que eventos de ressuspensão por ondas produzem contaminações, por elementos químicos vinculados ao rejeito, comparáveis ou maiores que o momento agudo logo após rompimento. Este estudo visa identificar e classificar as ondas com maior potencial de causar eventos extremos de ressuspensão dos sedimentos de fundo na região (Percentil 95), utilizando dados de dois fundeios (F1 e F2) ao norte da foz do RD (9,5 km e 42 km). Esse resultado deve contribuir para a compreensão da dinâmica de distribuição desses sedimentos, e dos contaminantes a eles associados, durante eventos de maior magnitude, que potencializam o impacto no ciclo biogeoquímico regional. Foram utilizadas medições *in situ* de Turbidez de Fundo (NTU) e parâmetros de ondas: Altura Significativa (Hs), Período de Pico (Tp) e Direção de Pico (Dp), realizadas nos dois fundeios (~18 m de profundidade) entre março/2019 e setembro/2022. Os dados simultâneos aos extremos de turbidez foram submetidos a análises de agrupamento hierárquico pelo método de Ward, cujo número de clusters (4) foi previamente definido por meio da análise da Distância Euclidiana. A análise de agrupamento revelou que o F1 é mais sensível às diferentes condições de ondas em comparação ao F2. Isso se nota desde a definição de eventos extremos, onde o limite mínimo foi 683,8 NTU no F1 e 144,5 NTU no F2, embora os valores máximos tenham sido semelhantes em ambos (2214,44 NTU e 2662,872 NTU). Os menores níveis de turbidez ocorreram com ondas de N/NE nos dois fundeios, geralmente associados à dominância da influência da Alta Subtropical do Atlântico Sul na região. No F2, as medições de turbidez aumentaram proporcionalmente com Hs, Tp e com a restrição da Dp aos quadrantes E/SE, mas essa tendência não foi observada em F1, onde o grupo com as menores ondas apresentou a segunda maior mediana de turbidez. Este grupo diferenciou-se dos demais, principalmente pelo aumento na ocorrência de ondas de SE, associadas às entradas de frentes frias na região. Conclui-se, portanto, que o processo de ressuspensão por ondas está influenciado por fatores como a Hs e o Tp, com uma sensibilidade particular à Dp, principalmente devido à variação batimétrica abrupta da região, pois o F2 está localizado sobre uma porção de plataforma extensa (Banco de Abrolhos), enquanto o F1 está em uma região de plataforma estreita. Adicionalmente, a capacidade dos fundeios de registrar o processo varia conforme sua localização em relação ao banco lamoso, sendo o F1 próximo à foz do RD, mais suscetível a registrar as maiores taxas de ressuspensão de sedimentos em comparação ao F2, que requer uma combinação específica de parâmetros para medir variações semelhantes na turbidez de fundo.

Uso da Inteligência Artificial no Estudo de Praias - Uma Revisão Bibliométrica

Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina

Autores: Gabriela Figueiredo Freire; Pedro de Souza Pereira

E-mail dos autores: ffreiregabriela@gmail.com; pedro.s.pereira@ufsc.br

RESUMO

O levantamento bibliográfico é um elemento fundamental na estruturação e no embasamento teórico de um trabalho científico, proporcionando a contextualização e sustentação da investigação científica em questão, assim como da elaboração de hipóteses. Nesse sentido, o estudo buscou destacar a importância do levantamento bibliográfico na construção de uma pesquisa sólida sobre o estudo de praias, especialmente no contexto do emprego de metodologias que envolvem a inteligência artificial, e como esses estudos evoluíram e convergiram ao longo do tempo, bem como a sucessão da empregabilidade das ferramentas de aprendizado de máquinas. Dessa forma, foram definidas quatro combinações de termos que representassem essencialmente os dois temas em questão, visando alcançar tanto a representatividade e objetividade quanto a amplitude ideal dentro dos dois campos de estudo. Inicialmente, os termos “beach” e “artificial intelligence” foram selecionados como palavras-chave principais para cada área de pesquisa. As estratégias de busca foram ajustadas de acordo com os requisitos da Scopus, base de dados escolhida devido sua abrangência de trabalhos científicos relevantes aos dois campos de estudo em foco, além de incluir metadados adequados para análises bibliométricas. Após a execução das buscas, realizou-se uma filtragem visando eliminar dados indesejados, como subáreas não alinhadas aos temas. Os metadados resultantes foram então exportados e submetidos a análise bibliométrica utilizando o software “R”, por meio da interface Biblioshiny fornecida pela biblioteca Bibliometrix. Por essa interface, os arquivos foram carregados, permitindo análises estatísticas sobre os metadados dos trabalhos encontrados. A análise dos resultados permitiu a identificação de tendências acerca dos estudos que convergem, sobre os trabalhos na área de estudo de praias com a aplicação de métodos de inteligência artificial. O surgimento cronológico dos estudos que associam os dois temas, segundo datam os trabalhos encontrados, se iniciaram por volta de 1989. Também foram identificados os autores de maior relevância, tanto com base no número de publicações, quanto pela métrica de impacto. Além disso, as redes de colaboração entre autores corroborou com os resultados de colaboração entre países e suas respectivas principais afiliações institucionais, onde dentre estes também se encontram os países mais citados. A análise de publicações por país ao longo do tempo mostra um crescimento de aproximadamente 8,5%, com uma produção continuamente ascendente. Também foi possível extrair uma relação de documentos mais citados, revelando-os como referência, apresentando 36 citações para um único documento. A análise da frequência de palavras-chave ao longo do tempo mostrou o aprofundamento das técnicas de inteligência artificial aplicadas ao ambiente praia, conforme tais tecnologias foram se tornando mais acessíveis. Evoluindo de “Inteligência Artificial” em 2009 para “Aprendizado Profundo” em 2021, sobre fenômenos costeiros cada vez mais específicos, como “morfodinâmica” e “correntes de retorno”. Com isso, o trabalho reforçou a relevância do levantamento bibliométrico como ferramenta na construção de uma base sólida para uma pesquisa científica. A compreensão dos temas envolvidos, a variedade de metodologias propostas e a análise abrangente da literatura, permite a identificação de tendências e perspectivas futuras, justamente onde se encaixam as possibilidades do desenvolvimento de novos trabalhos relacionados a esses temas.

Mapeamento do Raio de Deformação da Camada de Mistura ao Longo do Contorno Oeste do Giro Subtropical do Atlântico Sul

Instituição: Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Autores: Gabriel Almeida Iglesias Gomes, Ilson Carlos Almeida da Silveira, Alexandre Macedo Fernandes

E-mail dos autores: gabriel.a.i.gomes@hotmail.com, ilson.silveira@usp.com, fernandes.uerj@gmail.com.

RESUMO

O presente estudo buscou mapear o raio de deformação da camada de mistura (Rd) ao longo do Contorno Oeste do Giro Subtropical do Atlântico Sul e avaliar sua sazonalidade. O esforço foi empenhado devido à escassez de estudos do gênero feitos nessa região e dada a relevância do tópico. O conhecimento desse raio de deformação é fundamental para a escolha da resolução de modelos numéricos. Quando a escala espacial horizontal (L) de um movimento é $L \sim Rd$, pode se dizer que é um regime de submesoescala. Esse mapeamento foi feito utilizando o produto Monthly Isopycnal & Mixed-layer Ocean Climatology (MIMOC), uma climatologia mensal global da profundidade da camada de mistura oceânica (PCM). Além disso, foram escolhidos pontos de controle para avaliar uma possível sazonalidade do Rd. O cálculo do Rd foi feito utilizando a profundidade da camada de mistura fornecida pela MIMOC, que assume uma diferença de densidade de $0,03 \text{ kg m}^{-3}$ entre o limite superior e o inferior da camada de mistura. Os resultados preliminares indicam que tanto a camada de mistura quanto o raio de deformação da camada de mistura possuem uma sazonalidade, conforme era esperado, devido à dependência que o Rd tem em relação à PCM. Principalmente na região da Baía de Campos e Santos, foi possível observar um aprofundamento da PCM durante o inverno, com consequente aumento do Rd. Por outro lado, no verão, foi observado uma PCM mais rasa, com menores valores do Rd.

AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE DIFERENTES CONDIÇÕES DE CONTORNO EM UM MODELO HIDRODINÂMICO COSTEIRO OPERACIONAL DESENVOLVIDO PARA A REGIÃO DO TERMINAL DE TUBARÃO – ES

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE – Laboratório de Instrumentação Oceanográfica (LIOC) – Av. Athos da Silveira Ramos, Centro de Tecnologia, Bl. I, sala 104e – Cidade Universitária, Rio de Janeiro – RJ, Brasil.

Autores: Gabriel Mauricio Motta, Pedro Henrique Rosa, Guilherme Colaço, Pedro Engels da Costa, Júlia Kaiser e Marcos Gallo.

E-mail dos autores: gabrielmpmotta@gmail.com, pedrohtr14@gmail.com, guilcolaco@gmail.com, pedroengels@oceanica.ufrj.br, js.kaiser@oceanica.ufrj.br e marcosgallo@oceanica.ufrj.br

RESUMO

O conhecimento acerca da hidrodinâmica local é fundamental para a realização segura de atividades costeiras. Em áreas portuárias, além de garantir a segurança da navegação, através deste conhecimento é possível otimizar a fila de navios, realizar um planejamento mais assertivo para as rotas de navegação, ganhar eficiência ao evitar condições adversas de estado do mar, etc. Neste sentido, os modelos numéricos surgem como ferramentas fundamentais para a realização da previsão ambiental, capazes de fazer prognósticos acerca de, dentre outras variáveis meteoceanográficas, a variação do nível do mar e das correntes. Para tanto, é importante que se tenha em mente que, apesar de reunir equações físicas que descrevem os principais fenômenos oceanográficos, os modelos numéricos só figuram como soluções valiosas quando são configurados e calibrados de forma adequada para a região de interesse. Desta forma, o presente trabalho analisa o impacto do uso de diferentes condições de contorno, tanto locais quanto remotas, como: a) condição de contorno de nível não astronômico; b) condição de contorno de fundo; c) condição de contorno atmosférica (pressão e ventos locais) e; d) condição de contorno de correntes não astronômicas (efeito remoto) – na performance de um Sistema de Previsão Hidrodinâmica Costeira (SPHC) em desenvolvimento para a região portuária do Terminal de Tubarão – ES. Este SPHC utiliza uma grade numérica não estruturada que chega a apresentar resolução espacial em torno de 50 m nas áreas de maior interesse, executada no modelo de circulação costeira ADCIRC. Os resultados de variação do nível do mar e velocidade das correntes promediadas na vertical são gerados para os pontos de interesse, e são aqui avaliados na previsão horária para um horizonte temporal de 24 horas. Com o intuito de avaliar a performance do SPHC, os resultados da previsão realizada no período entre 25 de junho de 2023 e 01 de setembro de 2023 foram confrontados com os dados de correntes e nível do mar coletados por quatro equipamentos instalados na Baía do Espírito Santo (1 marégrafo e 3 ADCPs). As métricas estatísticas de erro (BIAS e RMSE) e correlação (CORR) foram calculadas, permitindo uma avaliação quantitativa da performance das simulações considerando as diferentes condições de contorno. Os resultados obtidos evidenciam que o SPHC apresentou melhores resultados quando o produto do modelo global Mercator foi utilizado como condição de contorno offshore para nível não-astronômico em relação ao uso do modelo global RTOFS. Quanto ao efeito do campo de rugosidade, foi observada melhora no desempenho do SPHC ao se implementar o campo de rugosidade variável, utilizando-se as informações de sedimentologia fornecidas tanto pela Vale S.A. quanto as obtidas a partir de cartas náuticas disponibilizadas pela Marinha do Brasil. No que se refere à utilização dos campos de vento e pressão como condição de contorno meteorológica, observou-se uma degradação nos resultados

obtidos pelo SPHC. Por último, mas não menos importante, a inserção da condição de contorno não astronômica sob a forma de fluxo mostrou uma melhora nos resultados do SPHC.

Volume e distribuição das Águas Intermediárias do Oceano Atlântico Sul em cenários climáticos futuros.

Instituição: Universidade Federal Fluminense

Autores: Gabriel Schmidel Ramos de Oliveira, Dr. André Luiz Belém, Ana Laura Rodrigues Torres

Email dos autores: gabrielschmidel@id.uff.br; andrebelem@id.uff.br; ana_lrt@id.uff.br

RESUMO

Com a tendência de aumento da temperatura dos oceanos e seus potenciais impactos no ecossistema terrestre como um todo, entender a variabilidade da temperatura e salinidade das massas d'água através da simulação de cenários futuros é de extrema importância. Mudanças nessas características podem representar alterações significativas na circulação oceânica, desencadeando consequências relevantes para os padrões climáticos existentes. Dentre as diversas massas d'água transportadas pelo sistema de circulação oceânica global, a Água Intermediária Antártica (AIA) desempenha um papel de grande relevância, principalmente, na região do oceano Atlântico Sul. Encontrada ao norte da Frente Subantártica, ela é caracterizada por um mínimo de salinidade entre as profundidades de 500 a 1500m e constitui o bloco principal do ramo de retorno da Circulação Meridional de Revolvimento (MOC ou Meridional Overturning Circulation). Originária de camadas superficiais do oceano austral e intimamente conectada à dinâmica atmosférica-gelo-oceano na sua área de formação, a AIA é responsável pelo transporte de sinais climáticos para as profundidades intermediárias, contribuindo para os fluxos de calor e água doce. Com este objetivo, este estudo visa descrever e entender as modificações na AIA em cenários futuros, utilizando um método ainda pouco explorado pela oceanografia física, a análise das massas d'água por meio de diagramas T-S volumétricos. Este método possibilita a quantificação das mudanças nos volumes e propriedades das massas d'água em uma determinada bacia ou volume no oceano, ao considerar a quantidade de volume associado a intervalos específicos do par T-S. Foram utilizados resultados dos modelos CESM2, IPSL-CM6A-LR e MIROC6 do Projeto de Intercomparação de Modelos Acoplados (CMIP6), que representam os principais resultados utilizados para elaboração dos relatórios do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC*). Comparamos um intervalo de 100 anos, entre as décadas de 1970 e 2070, para compreensão da variação da AIA neste período de tempo. Para investigar os vieses dos modelos na representação da AIA foram realizadas comparações com a média climatológica decadal do World Ocean Atlas 2018 (WOA18). Os resultados destacaram uma tendência dos modelos em representar o núcleo da AIA com salinidades e temperaturas mais elevadas, em comparação com os dados observados. Em relação aos cenários futuros, nossas análises revelaram mudanças significativas, principalmente na temperatura, com um acompanhamento da diminuição de salinidade variando entre os modelos, condizente com alterações na sua fonte relacionadas ao sistema de acoplamento atmosfera-gelo-oceano. Observou-se um deslocamento do maior volume de água para temperaturas 0.2-0.5°C mais altas em comparação com cenários passados, uma tendência presente em todos os modelos analisados. Além disso, observou-se uma redução de volume nos intervalos T-S típicos da AIA, sinalizando uma alteração significativa em seu comportamento. Essas alterações, portanto, revelam mudanças expressivas na AIA em cenários futuros, onde o aumento da temperatura e diminuição da salinidade do seu núcleo emerge como uma consequência significativa do agravamento das mudanças climáticas no sistema terrestre.

Impactos das Mudanças Climáticas nas Atividades Offshore na Costa da Bahia

Instituição: Atmosmarine

Autores: Gabryele de Carvalho dos Santos; Ronaldo Maia de Jesus Palmeira e Henrique Pereira

E-mail dos autores: gabryele@atmosmarine.com ronaldo@atmosmarine.com

henrique@atmosmarine.com

RESUMO

As atividades marítimas enfrentam diversas ameaças naturais que podem comprometer sua operação confiável, segura e sustentável em todo o mundo. A mitigação dessas ameaças requer a consideração de prognósticos climáticos precisos, visando melhorar os planos de ação dos operadores. É crucial compreender de forma robusta os impactos das mudanças climáticas e desenvolver estratégias de adaptação, uma vez que os danos e custos decorrentes dessas mudanças tendem a ser significativos e escaláveis ao longo do tempo. Neste sentido, este estudo teve como objetivo avaliar a ameaça que a mudança nas condições climáticas representa para as operações de atividades offshore na Bahia. Para isto, foram utilizadas as saídas do modelo climático MRI-ESM2-0 após a aplicação de uma correção de viés e regionalização a partir dos dados da reanálise ERA5 para dados atmosféricos e WAVEWATCH III com input de dados de vento do MRI-ESM2-0. A série foi separada em três períodos distintos denominados de clima presente (1980 a 2014), futuro próximo (2021 a 2040) e distante (2041 a 2060). Para os períodos futuros, foram utilizados os resultados para o cenário de alto nível de emissões de gases de efeito estufa (SSP585). Os dados mostram possíveis mudanças nesses riscos climáticos ao longo do tempo, com variações leves observadas entre o futuro próximo e o clima presente, e diferenças mais significativas projetadas para o futuro distante. Os resultados das simulações climáticas mostraram tendências e mudanças significativas em relação aos parâmetros relevantes para a atividade de navegação, com ênfase nos ventos, ondas e visibilidade. No que diz respeito aos ventos, observou-se um aumento geral na velocidade média e máxima do vento ao longo do tempo, especialmente para o futuro próximo. Essa tendência de aumento pode ter implicações na navegação, pois ventos mais fortes podem afetar a estabilidade e o controle das embarcações. Quanto às ondas, também foram identificadas mudanças significativas. A altura significativa média e máxima das ondas mostraram uma tendência de aumento no período presente ao longo do litoral da Bahia. No entanto, para o futuro próximo e futuro distante, essa tendência variou dependendo da região, com algumas áreas apresentando uma tendência neutra ou até mesmo uma redução na altura das ondas. Os resultados, obtidos através de uma análise mais objetiva, demonstraram os riscos climáticos associados às atividades de navegação na costa da Bahia. Os critérios estabelecidos pela Portaria 65 da Capitania dos Portos da Bahia foram utilizados para determinar o risco de navegação da área, considerando fatores como intensidade do vento, altura das ondas e restrições de visibilidade. Os resultados indicam que o número de dias em que são atendidos os critérios de ventos fortes, mar agitado e restrição de visibilidade varia de acordo com os diferentes períodos e locais. Diante desses resultados, é essencial considerar as informações sobre ventos e ondas, juntamente com outros parâmetros climáticos, ao planejar e gerenciar as atividades relacionadas às atividades offshore. Esses dados podem subsidiar a tomada de decisões para garantir a segurança marítima, a eficiência operacional e a mitigação de possíveis riscos e impactos causados pelas mudanças climáticas.

Avaliação de limiares para identificação de eventos extremos de temperatura de fundo na região costeira do Banco de Abrolhos

Instituição: Universidade Federal Do Espírito Santo

Autores: Giovanna Soneghete Barbosa, Luiza Reis Machado e Kyssyanne Samihra Santos Oliveira

E-mail dos autores: gsoneghete@gmail.com reismachadoluiza@gmail.com

kyssyanne.samihra@gmail.com

RESUMO

Eventos extremos de temperatura nos oceanos podem impactar na saúde dos ecossistemas marinhos em todo o mundo, como por exemplo, os recifes de corais. No Banco de Abrolhos, os estudos têm encontrado menores taxas de branqueamento de corais durante ondas de calor marinho, o que poderia sugerir que os corais no Banco de Abrolhos são menos sensíveis a eventos extremos de temperatura de superfície. Nesse contexto, esse estudo tem como objetivo a avaliação de diferentes limiares (percentis 90 (p90), 95 (p95) e 99 (p99)) para a identificação de eventos extremos de temperatura de fundo. O presente estudo compreende a parte inicial da investigação do papel de eventos extremos de temperatura no branqueamento de corais na região do Banco de Abrolhos, e embora os resultados apresentados aqui não incluam a análise da resposta dos corais aos eventos, eles serão importantes para o entendimento do comportamento desses eventos na área de estudo, e conseqüentemente no impacto sobre a saúde dos corais. O uso da temperatura de fundo decorre do fato de que essa variável melhor representa as condições ambientais próximas ao fundo. Dados de temperatura potencial de fundo (1993 - 2020) foram extraídos da reanálise GLORYS 12V1/Copernicus para 6 pontos ao sul do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos. Os pontos foram separados em rasos (3 pontos) e profundos (3 pontos). Os limiares para os pontos rasos foram 27,5°C (p90), 27,8°C (p95) e 28,3°C (p99), enquanto nos pontos profundos foram 25,9°C (p90), 26,3°C (p95), 26,9°C (p99). As temperaturas médias durante os eventos definidos pelo p90 foram 27,4°C (raso) e 26°C (profundo), já para p95, foram 27,7°C (raso) e 26,3°C (profundo), e para p99 foram 28,1°C (raso) e 26,8°C (profundo). Sobre a duração máxima dos eventos, nos pontos rasos, o p90 identificou eventos com duração de 119 dias, enquanto os p95 e p99 identificaram eventos com 100 e 56 dias, respectivamente. Já no profundo, foram identificados eventos com 152 dias (p90), 128 dias (p95) e 31 dias (p99). Também foi observado que os eventos considerando os limiares de 90, 95 e 99 no raso possuíram a média de duração de 22, 18 e 16 dias, enquanto no profundo, foram 25, 21 e 15 dias, aproximadamente. Em relação à quantidade de eventos, para a região rasa, foram contabilizados 45 (p90), 27 (p95) e 6 (p99) eventos, enquanto para a região profunda, 37 (p90), 24 (p95) e 7 (p99) eventos. Dessa forma, os resultados mostram que a identificação e a caracterização de eventos extremos de temperatura de fundo no Banco de Abrolhos a partir de diferentes limiares varia significativamente. Além disso, a longa duração dos eventos considerando o p90 indica que esse limiar pode não ser representativo para a identificação de eventos extremos. A próxima etapa deste estudo é avaliar o registro de branqueamento de corais na área de estudo durante os eventos extremos de temperatura identificados, e então analisar qual o melhor limiar para avaliar o impacto sobre a saúde dos corais.

ESTUDO PRELIMINAR DOS IMPACTOS DO PROCESSO DE RESSURGÊNCIA NA NAVEGAÇÃO: UM ESTUDO DE CASO NA BAÍA DE GUANABARA.

Instituição: Centro de Instrução e Adestramento Almirante Radler de Aquino.

Autores: Gregório Luiz Galvão Teixeira, Alexandre Luiz Coelho, Fabiola Valéria Barreto Teixeira, Rodrigo de Souza Barreto Mathias e Eduarda Pinto Borba.

E-mail: gregorioteixeira@marinha.mil.br, oceanalex@gmail.com, fabiola.teixeira@gmail.com, rodrigo.barreto@marinha.mil.br e eduardapborbaa@gmail.com.

RESUMO

Embora existam muitos estudos que buscam estudar as variabilidades do nível do mar causadas por fatores meteoceanográficos, ainda são escassas as caracterizações mais detalhadas do fenômeno, e como este impacta no nível em regiões estuarinas. Este trabalho tem como objetivo reconhecer e identificar os impactos da oscilação negativa do nível não astronômico (NnA) do mar na região da Baía da Guanabara e um estudo de caso específico ocorrido entre outubro e novembro de 2013. Para tanto, um grupo de dados meteorológicos de reanálise, temperatura da superfície do mar de satélite e de nível do mar foram utilizados. Na análise dos dados meteorológicos, destacou-se entre 31 de outubro a 5 de novembro, a permanência dos ventos dos quadrantes leste e nordeste, com intensidades superiores a 10 m/s. Nestes períodos ainda houve a ocorrência quase simultânea do aumento da pressão atmosférica em cerca de 5 hPa, junto à diminuição da TSM. Este padrão de variação está de acordo com o modelo conceitual do processo ressurgência costeira (PRC) e que pode ocorrer em um período típico de 3 dias na região de estudo. O PRC foi confrontado com nível do mar não-astronômico entre os dias 29/10 e 03/11, o qual rebaixou 41 cm, e que, juntamente com a maré fez com que o nível do mar (NM) atingisse 25,3 cm abaixo do nível de redução entre os dias 2 e 3 de novembro. Observar para o período analisado que as condições meteoceanográficas causaram um rebaixamento de mais de 40 cm no nível do mar não causados pela maré. Este rebaixamento para regiões portuárias resulta em um risco à navegação e também uma incógnita no planejamento do volume de material a ser carregada pela embarcação. A análise conjunta permitiu identificar que a principal causa deste rebaixamento foi a Deriva de Ekman. Desta forma, é evidente a necessidade da operacionalização da estimativa do NnA a fim de dar suporte ao planejamento do transporte marítimo.

Um estudo de ondas de infragravidade na Baía do Espírito Santo, Brasil

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE – Laboratório de Instrumentação Oceanográfica (LIOC) – Av. Athos da Silveira Ramos, Centro de Tecnologia, Bl. I, sala 104e – Cidade Universitária, Rio de Janeiro – RJ, Brasil.

Autores: Guilherme Colaço Melo dos Passos, Marcos Nicolas Gallo, Carlos Eduardo Parente Ribeiro

E-mail dos autores: guilhermecolaco@oceanica.ufrj.br, marcosgallo@gmail.com, parente@peno.coppe.ufrj.br

RESUMO

Este estudo buscou avaliar o comportamento das ondas da faixa de infragravidade na Baía do Espírito Santo, localizada na região Sudeste do Brasil. Para isso, aproximadamente seis meses de dados provenientes de três ADCP's na região foram utilizados: um localizado na região ao largo da área de estudo, um em uma região próxima ao centro da baía e outro nas proximidades do Porto de Tubarão. Embora os equipamentos estivessem otimizados para medições de ondas da faixa de gravidade, optou-se por analisar as ondas mais longas de infragravidade que as amostras pudessem medir com alguma confiança. Após realizado um controle de qualidade, os dados foram filtrados separando as porções de gravidade e de infragravidade, e seus respectivos espectros de energia foram computados. Observou-se que as maiores energias na faixa de infragravidade foram observadas na região central da Baía, seguidas pelos demais pontos, oscilando entre si. No entanto, embora majoritariamente inferiores, em alguns momentos observou-se que as alturas das ondas próximas ao Porto de Tubarão diminuem suas diferenças em altura em relação às observadas no ponto central, o que pode decorrer de diversos fatores, desde fenômenos de reflexão e ressonância nas regiões adjacentes do porto até as condições do estado de mar na região ao largo, que favoreçam ou desfavoreçam a incidência energética no local. Estes e demais fatores, assim como os demais parâmetros, continuarão a serem investigados, com o propósito de se entender as origens e a dinâmica das ondas desta faixa de frequência na região da baía.

Análise das ondas de calor marinhas recentes na Baía da Ilha Grande por meio de sensoriamento remoto e sensores in situ

Instituição: Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Autores: Guilherme Luiz Garcia Pereira, Luis Felipe Skinner

E-mail dos autores: guilhermeluizocn@gmail.com , lskinner@uerj.br

RESUMO

A Baía da Ilha Grande (BIG) está sob influência das águas da Corrente do Brasil e da água costeira. Possui alta biodiversidade marinha e provê serviços ecossistêmicos como pesca e turismo. A ocorrência de ondas de calor marinha tem se mostrado mais frequente e intensa nas últimas décadas, em decorrência das alterações climáticas. O presente trabalho visa relacionar a ocorrência de períodos de maior aquecimento das águas com fenômenos meteoceanográficos, como El Niño Oscilação Sul (ENSO), trazendo luz às diferenças metodológicas entre a utilização de dados in situ e dados de satélite. Obtivemos os dados de temperatura superficial da água (TSM) a partir de sensores IButton 1921g, registrando a TSM de hora em hora de 2014 até 2021 e também, da reanálise “Global Ocean Physics Reanalysis” de resolução horizontal de $1/12^\circ$, diariamente entre 2014 até 2023. A valoração dos períodos de maior calor acumulado na água foi feita por meio da métrica dos Degree Heating Weeks(DHW). A medida consiste em quantificar o quanto a TSM ultrapassou nas últimas 12 semanas a média máxima mensal do local, e, portanto, quantos graus em média foram acumulados. Nesse trabalho utilizaremos uma versão modificada dos DHW, com enfoque local, considerando um limiar de 28°C , calculado a partir dos dados de sensoriamento remoto (SR). Para avaliação do ENSO, utilizamos o índice ONI. Valores inferiores a 0,5 representam períodos de La Niña, e valores superiores a 0,5, períodos de El Niño. Nos dados de sensor, a TSM média do período(2014-2021) foi de $24,84^\circ\text{C}$, atingindo a temperatura máxima de $32,5^\circ\text{C}$. Nos dados de SR, a TSM média do período (2014-2023) foi de $24,4^\circ\text{C}$, com máxima de $30,23^\circ\text{C}$. Esta comparação permite verificar que, para estimativas de longo prazo, as médias são equiparáveis. Porém, para detectar valores extremos, o SR apresenta menor potencial do que os sensores in situ, o que pode subestimar períodos de onda de calor e seus efeitos sobre a biota. Ao longo do período estudado, algumas anomalias térmicas puderam ser detectadas. O ano de 2019 exibiu ONI de 0,7, indicando El Niño, e foi o que apresentou maior calor total acumulado das águas (DHW = $2,86^\circ\text{C}$ – semanas), atingindo a máxima de $32,5^\circ\text{C}$ registrada pelo sensor. O ano de 2015, também marcado por um forte El Niño(ONI entre 0,5 – 2,6), exibiu o segundo maior DHW ($0,41^\circ\text{C}$ – semanas). Nos anos de La Niña, 2021, 2022 e 2023, registramos valores de DHW menores (0,14; 0,2 e 0 respectivamente). Em 2016 e 2017, a TSM fugiu um pouco do padrão dos outros anos. Apesar do alto ONI no verão de 2016(2,5), o DHW não chegou a valores significativos e ficou em zero, e em 2017, apesar do ENSO neutro, marcou $0,37^\circ\text{C}$ – semanas. Dessa forma, notamos que o ENSO tem uma importante influência sobre a TSM na região da BIG, embora fatores locais também possam estar influenciando a dinâmica das ondas de calor marinhas no local, como a entrada da Água Central do Atlântico Sul(ACAS) na região, dentre outros.

Projeto Boias Livres

Instituição: Universidade Federal de Rio Grande

Autores: Guimarães, P. V.; Guths, S.; Alarcon, O. E; Pimenta, F. M; Downie, I; Lima, J. F; Novick, I.; De Paula, F. N.; Dill Bruxel, L. H.; da Silva, G. L. M. ; Rosa, A. R. D. V. R.; Cecconello, C.; Nassif, F.; Nascimento, F.

E-mail dos autores: pedro.veras.guimaraes@ufsc.br

RESUMO

Ondas oceânicas são uma das principais formas de conservação de energia nos oceanos, elas capturam energia cinética dos ventos na superfície do mar por meio de tensão de cisalhamento entre o ar-água e transformam essa energia em cinética e potencial para o ambiente marinho. Essa transformação de energia é extremamente importante para utilização de recursos energéticos marinhos, assim como para a previsão do tempo, modelagem climática, bem como para avaliação de perigos costeiros, definição de rotas marítimas e planejamento de operações offshore. Correntes superficiais marinhas também são fundamentais para o estudo da circulação superficial oceânica, no transporte e dispersão de substâncias no ambiente marinho e compreensão de variabilidades climáticas. Apesar de sua importância, o Brasil possui um grande deficit observacional de ondas e correntes na superfície oceânica. Atualmente, sistemas globais de navegação por satélite (GNSSs) e os modernos pacotes de sensores de movimento permitem a medição das ondas superficiais do oceano com boias de deriva de baixo custo. A deriva ao longo ou através de gradientes de corrente fornece medições únicas de interações onda-corrente ao longo dos oceanos. Neste contexto, o projeto Boias Livres visa o desenvolvimento de um protótipo de boias de deriva otimizada para medir onda e correntes superficiais, incluindo componentes de ondas relativamente curtas que são importantes para interações oceano e atmosfera. Os princípios físicos básicos utilizados para essa proposta estão descritos em Guimarães et al. (2018) e utilizam os momentos cruzados de aceleração e velocidade para obter uma estimativa de espectro direcional das boias, e conseqüentemente, as estimativas dos parâmetros integrados como altura significativa, período e direção de pico, espalhamento direcional e etc. Esse projeto visa o desenvolver um protótipo nacional de boias de deriva de baixo custo, quando comparado com os produtos disponíveis no mercado atualmente. Para validação dos protótipos, seus resultados serão comparados com boias já reconhecidas no mercado, como os derivadores do tipo Spotters da empresa Sofar Ocean e boias do tipo Directional Waverider da Datawell. Com isso espera-se desenvolver uma plataforma integrada e gratuita de medições de dados de ondas e correntes, aumentando a rede de monitoramento costeiro do Atlântico Sul.

Caminhos do Lixo Flutuante na Enseada de Bom Jesus, Baía de Guanabara

Instituição: Programa de Engenharia Oceânica/COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro

Autores: Gustavo Vaz de Melo, Thiago Fagundes Leão, Diego Luiz Fonseca, Marcelo Dillelo, Gabriela Buraschi, Susana Beatriz Vinzón, Marcos Nicolás Gallo

E-mail dos autores:

gustavoocn@oceanica.ufrj.br, thiagofleao@oceanica.ufrj.br, d Luizfon@gmail.com,
gyburaschi@oceanica.ufrj.br, susanavinzon@gmail.com, marcosgallo@oceanica.ufrj.br

RESUMO

O lixo flutuante nos oceanos e águas costeiras é um problema ambiental que, na ausência ou deficiência de gerenciamento de resíduos sólidos, tomou proporções globais. Atualmente, existem diversas iniciativas e movimentos para uma maior conscientização e resolução desse problema, ainda que com alguma dificuldade, pois depende de políticas públicas e abrange aspectos econômicos, sociais e culturais. A Baía de Guanabara é um dos mais importantes corpos hídricos do Estado do Rio de Janeiro, concentrando mais de 10 milhões de habitantes nos 4.800 km² de sua região hidrográfica. Existe uma estimativa de que a baía receba mais de 90 toneladas de lixo diariamente transportados pelos seus principais tributários, ocasionando inúmeros prejuízos socioambientais e econômicos. Nesse contexto, o Projeto Orla Sem Lixo (OSL) propõe o desenvolvimento e a implementação de uma solução de baixo custo que contempla a interceptação e gerenciamento do aporte contínuo de lixo flutuante à Baía de Guanabara, amparando-se nos conceitos de soluções baseadas na natureza. Considerando seu caráter experimental e de inovação, o Projeto OSL escolheu a Enseada de Bom Jesus (EBJ) situada ao sul da Ilha do Fundão (Rio de Janeiro/RJ), em um trecho de manguezal costeiro, como área-piloto para desenvolvimento da solução para o lixo flutuante na baía. Desta forma, o objetivo deste trabalho consiste em avaliar a circulação dentro da EBJ como respaldo para compreender o transporte do lixo flutuante e sua troca entre a área do manguezal e a baía. A EBJ consiste em um ambiente restrito que possui duas conexões de trocas de água, sendo uma com a Baía de Guanabara, de cerca de 700 metros, e outra com o canal do Fundão de pouco mais que 150 metros, onde há forte contribuição de aporte fluvial do Canal do Cunha. Para o estudo da circulação, foram realizados três levantamentos hidrográficos com ADCP em seções transversais de troca com a Baía de Guanabara e com o Canal do Fundão, durante um ciclo de maré de sizígia, além de um fundeio com um ADV no centro da enseada e lançamentos de derivadores superficiais. A configuração geométrica da linha de costa torna a compreensão da dinâmica de correntes complexa que, mesmo havendo a modulação pela maré, pode-se observar que dentro da enseada existe, em média, a formação de uma célula de circulação anti-horária. A trajetória dos derivadores lançados no meio da enseada evidenciou essa tendência, sendo capturados por esta célula de circulação. Ainda que o padrão médio em uma célula de circulação tenha sido observado, são necessárias medidas em condições de maior vazão do Canal do Cunha, durante eventos de chuvas intensas e tempestades, para entender como as variações da estrutura da coluna d'água podem afetar a circulação, principalmente, porque nestas condições é observada maior entrada de lixo flutuante no ambiente.

MODELAGEM NUMÉRICA HIDRODINÂMICA E DA DISPERSÃO DE POLUENTES NA BAIXADA SANTISTA, CONSIDERANDO CENÁRIOS ATUAIS E FUTUROS

Yang, Samuel Hora¹ & Harari, Joseph² & Braga, Elisabete de Santis²

¹ Universidade de São Paulo – Instituto de Energia e Meio Ambiente – IEEUSP

² Universidade de São Paulo – Instituto Oceanográfico – IOUSP

samyang.93@gmail.com; joharari@usp.br; edsbraga@usp.br

RESUMO

Foi implementado modelo numérico hidrodinâmico e de dispersão, para a região costeira da Baixada Santista (parte central do litoral do Estado de São Paulo). Este modelo teve como objetivo analisar a circulação costeira de alta resolução e a correspondente dispersão de nutrientes e coliformes, considerando cenários atuais e futuros. Foram processados os meses de agosto de 2016 (inverno) e fevereiro de 2017 (verão), sob a influência dos 5 emissários submarinos em operação atual e 73 descargas de esgoto por fontes difusas. Assim, foi possível analisar a qualidade da água e a dispersão das plumas de efluentes emitidas pela operação simultânea dos emissários submarinos e das demais fontes de poluição locais, quanto à concentração de contaminantes associados a esgoto. Os objetivos secundários da pesquisa incluíram a determinação de variabilidades espaço-temporais da hidrodinâmica costeira (incluindo cenários de mudanças climáticas previstas), a verificação dos processos de dispersão das plumas de efluentes, a análise das concentrações dos indicadores de qualidade da água diante dos níveis máximos estabelecidos por resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), além da avaliação de possíveis locais para a implantação de novos emissários submarinos. Na execução da pesquisa, foram utilizados o módulo hidrodinâmico do modelo *Delft3D* (para simulações da circulação costeira), o software *Visual Plumes* (para simulação do campo próximo das plumas de esgoto) e o módulo de qualidade da água do *Delft3D* (para simulação do campo distante das plumas). Os resultados das simulações hidrodinâmicas referentes ao cenário atual foram concordantes com as feições estabelecidas na literatura, sendo validados com alto grau de confiabilidade; as simulações para um cenário pessimista de mudanças climáticas previstas indicaram que, no futuro, a região de estudo poderá registrar a subida do nível médio do mar, o enfraquecimento das correntes marítimas, e o aumento de temperatura e salinidade. A modelagem de campo próximo mostrou que a diluição inicial das plumas de efluentes oriundas dos 5 emissários submarinos foi mais eficiente quando o transporte ocorreu por correntes geradas pelo vento, em relação às correntes de maré. Quanto à modelagem do campo distante, cujos resultados foram validados no cenário da situação atual, os resultados da dispersão de plumas emitidas pela operação simultânea dos 5 emissários submarinos e das 73 fontes de poluição difusa indicaram que, em relação aos indicadores químicos, ao chegarem às praias da região de estudo, as plumas possuem concentrações abaixo dos limites máximos estabelecidos pelo CONAMA; entretanto, as concentrações dos indicadores bacterianos eventualmente podem superar os respectivos limites máximos permitidos, em decorrência do despejo direto de esgoto bruto em algumas praias por canais artificiais. A modelagem de campo distante realizada em um cenário de situação futura (com emissários adicionais idealizados, propostos especificamente para a realização desta pesquisa acadêmica, e considerando o tratamento dos efluentes das fontes difusas), demonstrou que investimentos em saneamento básico na região poderão trazer uma melhora significativa nos índices de qualidade da água, e conseqüentemente resolver problemas socioambientais decorrentes da descarga de esgotos.

SISMO® Deep Blue – uma ferramenta para previsão operacional de parâmetros meteo-oceanográficas utilizando técnicas de Inteligência Artificial

Instituição: HidroMares

Autores: Vanessa Colla Paspaltzis, Alexandre De Caroli, Adriene Ferreira Pereira, Gabriel Carvalhaes Aloí Paschoal, Luis Henrique Marton Marcondes Silva, Evandro Silva

E-mail dos autores: vanessa@hidromares.com.br, alexandre@hidromares.com.br, gabriel@hidromares.com.br, adriene@hidromares.com.br, luis.marton@hidromares.com.br, evandro.silva@hidromares.com.br

RESUMO

As técnicas de Inteligência Artificial (IA) têm sido amplamente utilizadas em diversas áreas da ciência, abrangendo desde aplicações cotidianas, como o reconhecimento facial e assistentes virtuais, até aplicações nas áreas da saúde, tecnologia, ciências ambientais (Shafiq, 2023). Na área da oceanografia, técnicas de IA foram utilizadas na detecção de derramamentos de óleos (Shamsudeen, *et al.*, 2020), estudo de ondas internas (Zhang *et al.*, 2020), previsão de altura de ondas (Fan *et al.*, 2020) e de nível do mar (Tiggeloven *et al.*, 2021), entre outras aplicações. A IA compreende uma ampla gama de campos da tecnologia, incluindo a Aprendizagem de Máquina (ML, do inglês *Machine Learning*), o qual tem como objetivo fornecer sistemas capazes de aprender com dados, identificar padrões e tomar decisões de forma automática, e o Aprendizado Profundo, uma subárea de ML na qual destacam-se as redes neurais artificiais. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo apresentar aplicações de técnicas de ML na previsão operacional de parâmetros meteo-oceanográficos, em especial previsões de curto prazo (*nowcasting*) de altura de ondas e de nível do mar, em regiões costeiras e portuárias, desenvolvidas pela HidroMares através do SISMO® DeepBlue. Esta ferramenta utiliza técnicas de ML e dados coletados em tempo real, através do Sistema de Informações Meteo-Oceanográficas em Tempo-Real (SISMO®), para realização de previsões operacionais de alta resolução temporal. Os modelos de *nowcasting* de altura de ondas (para até 3 horas no futuro) e de nível do mar (até 6 horas no futuro) foram desenvolvidas utilizando a rede neural artificial LSTM (*Long short-term memory*; Staudemeyer, 2019) e dados coletados *in situ* no Porto de Santos (nível do mar) e nos Terminais de Barcarena (altura de ondas). Os resultados destes modelos têm mostrado uma previsão de maior acurácia (menor erro) quando comparado aos erros obtidos por métodos tradicionais, como modelos harmônicos ou hidrodinâmicos globais, para os locais de estudo.

A influência dos procedimentos digitais de imagens de satélite na estimativa das taxas de variação da linha de costa e faixas de proteção (setback lines). Estudo de caso em Conde – BA.

Instituição: Universidade Estadual do Rio de Janeiro

Autores: Iaggo Oliveira Correia; Josefa Varela Guerra

E-mail dos autores: iaggoacademico@gmail.com; josefa@uerj.br

RESUMO

Faixas de proteção são distâncias da linha de costa ao continente adentro, onde é proibida a edificação e cuja subestimação aumenta os riscos referentes ao recuo da linha de costa. São estabelecidas através da cota de inundação e, também, das taxas de recuo costeiro, determinadas por análises multitemporais de imagens de satélites, mapas e/ou fotografias aéreas. Neste trabalho são apresentados procedimentos digitais para minimizar os erros padrão e intervalos de confiança das taxas de recuo estimadas e da largura das faixas de proteção no município do Conde (BA). Foram adquiridas 12 imagens (1992 a 2023) dos satélites Landsat 5 e 8, além de uma imagem extra de 2020, que não fez parte da série temporal analisada. No SPRING, as resoluções espaciais das imagens Landsat 5 foram aumentadas para 15 m, através da restauração. Todas as imagens foram submetidas ao realce por contraste linear para facilitar a digitalização manual do indicador de linha de costa. A partir da imagem extra, as imagens restantes foram georreferenciadas e os erros quadráticos médios geraram os desvios-padrões, erros padrões e intervalos de confiança das taxas de recuo (regressão linear ponderada) calculadas no Digital Shoreline Analysis System para os intervalos: 1992 a 2000, 2004 a 2011, 2015 a 2023 e 1992 a 2023. As taxas mais extremas, juntamente com a cota de inundação local, determinaram as larguras das faixas de proteção sugeridas a partir de 2023 até 2048, com o critério de que as faixas calculadas sobre dunas fossem recuadas aos seus limites internos. Os erros quadráticos médios foram menores que um pixel. Os desvios-padrões, erros padrões e intervalos de confiança das taxas de recuo apresentaram valores máximos de 0,82; 0,236 e $\pm 0,19$ m, respectivamente, de 1992 a 2023. As taxas mais extremas de recuo ($-1,5 \pm 0,05$ m/ano e $-3 \pm 0,05$ m/ano) foram determinadas no período de 2015 a 2023, e resultaram nas larguras das faixas de proteção de 40,4m e 77,9m para 2048. A utilização exclusiva de imagens de satélite, além dos georreferenciamentos a partir de uma imagem extra, que não fez parte da série temporal analisada, proporcionou erros quadráticos médios baixos, sem a necessidade de inclusão do erro de correção geométrica da imagem extra nos desvios-padrões. Por isso, derivados do desvio-padrão, como os erros padrão e intervalos de confiança, foram menores quando comparados com trabalhos que utilizaram mapas históricos e/ou fotografias aéreas. A restauração e o realce por contraste linear reduziram os erros do operador na digitalização manual das linhas de costa e, conseqüentemente, nas taxas de recuo estimadas. Portanto, a metodologia minimizou a subestimação das larguras das faixas de proteção ao aumentar a confiabilidade, precisão e acurácia dos georreferenciamentos e das taxas de recuo da linha de costa. Sua utilização pode reduzir os riscos socioeconômicos, custos financeiros e concordam com o conceito de zoneamento ambiental contido no Plano Diretor do Município do Conde.

Os vórtices longevos de Cabo Frio

Instituição: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo

Autores: Ian Ikeda Pereira Ramos Camargo de Almeida, e Ilson Carlos Almeida da Silveira

E-mail dos autores: ian.ikeda@usp.br e ilson.silveira@usp.br

RESUMO

A Corrente do Brasil (CB) desempenha papel fundamental na dinâmica oceânica do Atlântico Sul, especialmente ao longo da costa brasileira. Esta corrente, que constitui a parte ocidental do Giro Subtropical do Atlântico Sul, move-se para o sul ao longo da margem continental do Brasil. No entanto, uma área de grande interesse e complexidade é a região próxima a Cabo Frio (23°S), onde a CB sofre instabilização e forma grandes meandros instáveis ao largo da quebra da plataforma continental. Esses meandros, conhecidos como Vórtices de Cabo Frio (VCF), são estruturas de mesoescala que têm recebido uma atenção crescente em estudos oceanográficos recentes. Os VCF têm natureza ciclônica e se formam quando os meandros da CB se fecham em anéis isolados. O que torna os VCF particularmente intrigantes é o fato de que eles frequentemente interagem com anéis anticiclônicos de origem remota, gerando um dipolo que os impulsiona para longe de seu local de formação. Os VCF emitidos têm uma vida útil relativamente longa, persistindo por seis meses a um ano após sua separação da CB. Suas implicações dinâmicas e, mais importante ainda, suas implicações biogeoquímicas são pouco compreendidas. Isso é crucial, pois esses vórtices podem servir como mecanismos de troca de massa e energia entre a região costeira, próxima à quebra da plataforma continental, e a região oceânica, sobre o talude. O presente estudo busca entender os mecanismos associados ao desprendimento dos VCF e o papel potencial que esses vórtices podem desempenhar tanto no que se refere a transporte e trocas de massa e energia, quanto na dispersão de vida marinha e distribuição de nutrientes ao longo de sua emissão.

Avaliação do transporte de calor na radial NOAA-AX97 do Rio de Janeiro até a Ilha da Trindade através dos modelos do CMIP6

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro

Autores: Isabela Costa Pereira da Mota, Mauro Cirano

E-mail dos autores: isabelacpmota@gmail.com, mauro.cirano@igeo.ufrj.br

RESUMO

O oceano desempenha um papel importante na redistribuição global de calor, sendo uma componente fundamental do sistema climático global. O Oceano Atlântico Sul destaca-se por processos complexos da dinâmica oceânica, fundamental para a distribuição global de energia, sendo a única grande bacia oceânica que transporta calor do polo para o equador. Nesse contexto, a Corrente do Brasil (CB) é a Corrente de Contorno Oeste (CCO), que assume um papel crucial no transporte de calor dentro do Oceano Atlântico Sul. Portanto, seu monitoramento é essencial para uma análise aprimorada do balanço de calor na região. Além disso, a quantificação desse balanço contribui para fornecer estimativas realistas para a avaliação dos Modelos do Sistema Terrestre (MST) vinculados aos relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Essa integração proporciona a compreensão de fenômenos regionais e valida e aprimora os modelos climáticos globais. O projeto MOnitoramento da VARIabilidade Regional do transporte de calor e volume na camada superficial do oceano Atlântico Sul entre o Rio de Janeiro e a Ilha da Trindade (MOVAR), ao longo da radial de XBT de alta densidade denominada NOAA-AX97, coleta dados observados de temperatura da água do mar a partir de batitermógrafos descartáveis (XBT) na latitude aproximada de 22°S. O MOVAR realiza o monitoramento contínuo mais longo da CB desde 2004, colaborando para o aumento do número de dados observacionais oceanográficos e melhoria do entendimento da variabilidade da CB (Lima et al, 2016, Goes et al, 2019). Logo, o objetivo deste trabalho é estimar o transporte de calor integrado, até 500 metros da coluna d'água, ao longo da radial NOAA-AX97, a partir de dados coletados de temperatura, avaliando a representação deste transporte nos MST associados à sexta rodada do IPCC (CMIP6). Obtém-se o transporte de calor através de estimativas diretas de cálculos dos transportes de volume e calor, seguindo a metodologia adotada por Talley (2003), aplicadas aos dados de XBT e as saídas dos MST, para a região de estudo. Com os resultados obtidos, será possível avaliar o transporte de calor integrado até a profundidade aproximada da localização da CB, estimando o transporte médio de calor e a representação do mesmo nos MST.

APLICAÇÃO DO MODELO MEDSLIK II A UM ESTUDO DE CASO NO SUDESTE DA COSTA BRASILEIRA: TESTES DE SENTIVIDADE

Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

Isadora Vieira Carvalho, Luís Felipe Ferreira de Mendonça, Elisa Helena Fernandes

isadoravieiracarvalho18@gmail.com, luis.mendonca@ufba.br, fernandeselisa@gmail.com

RESUMO

Um dos recursos energéticos mais importantes para a economia global é o petróleo. O aumento da demanda mundial e avanços tecnológicos recentes permitiram a exploração das reservas *offshore* de petróleo, mas estas operações podem gerar riscos ambientais, sociais e econômicos. Logo, acidentes envolvendo derramamento de óleo no mar passaram a ser grande preocupação mundial. Devido a gravidade dos danos gerados, é de extrema importância a utilização de ferramentas como a modelagem numérica e o sensoriamento remoto, que auxiliam na identificação, previsão e atenuação dos efeitos causados pelos derramamentos. Atualmente, diversos modelos numéricos têm sido usados em pesquisas globais e aplicações industriais para simular a evolução de derramamentos de óleo. O modelo utilizado para o presente trabalho é o MEDSLIK II, descrito por De Dominicis *et al.* [2013a, 2013b], sendo um modelo lagrangeano de código aberto, o qual pode ser acoplado a diferentes modelos eulerianos para a definição das condições meteoceanográficas. O presente trabalho tem como objetivo analisar o comportamento do modelo MEDSLIK II utilizando forçantes hidrodinâmicas com diferentes escalas espaciais, assim como testar a sensibilidade do modelo na alteração de variáveis físicas principais. O estudo de caso escolhido foi o acidente de derramamento de óleo com toque na costa ocorrido na plataforma P-53 em março de 2019, o qual possui dados de sensoriamento remoto disponíveis. Como forçante hidrodinâmica foram utilizados os produtos do *Regional Ocean Modeling System (ROMS)*, com uma resolução espacial de 5 km e os produtos GLORYS12V1 da *Mercator Ocean International* com resolução de 8 km. Como forçante meteorológica foram utilizados os produtos horários ERA5. Dentre as variáveis testadas que geraram significativas alterações na posição das manchas estão a correção da deriva de Stokes e os valores de correção de vento (fator de deriva e ângulo de deriva). Em relação à deriva de Stokes, como definido em De Dominicis *et al.* [2013b], para simulações próximo à costa, o valor padrão de 01 apresenta melhores resultados. As correções de vento mostraram-se necessárias a fim de reproduzir as correntes superficiais de Ekman. Diferentes graus API do óleo não geram alterações significativas na posição da mancha, apenas diferença na concentração de óleo na superfície. Quanto maior (menor) o grau API, mais leve (pesado) é o óleo, e mais ele flutua (afunda). Além disso, a quantidade de óleo derramado, definido como taxa de derramamento (ton/hora), parece não gerar alterações na posição da mancha, apenas na concentração na superfície. O restante das variáveis testadas, não demonstraram produzir alterações significativas nos resultados. O estudo de caso teve melhor representação numérica utilizando como forçante hidrodinâmica os produtos GLORYS12V1 com valores de correção de vento, quando comparado com imagens SAR do satélite COSMO SkyMed. A forçante hidrodinâmica ROMS, representou bem a mancha nas horas iniciais do derrame, porém não representou a chegada do óleo na costa. Apesar de De Dominicis *et al.* [2013b] e Keramea [2021] apontarem que forçantes hidrodinâmicas com maior resolução espacial geram melhores resultados, os resultados preliminares deste estudo não corroboram esta constatação, sendo necessário maior investigação acerca deste ponto.

Refração de ondas superficiais de gravidade na plataforma continental adjacente à foz do rio doce

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo

Autores: Jéssica Araújo Mariano; Kyssyanne Samihra Santos Oliveira

E-mail dos autores: jessicampesquisa@gmail.com

RESUMO

A refração de ondas superficiais de gravidade é um processo em que as ondas mudam de direção ao se aproximarem de águas mais rasas, devido à variação da velocidade de fase induzida pela batimetria, podendo gerar fortes correntes próximo à costa. A compreensão desse processo em plataformas continentais é fundamental para entender como as mudanças costeiras acontecem e como elas afetam a economia azul. Essas mudanças são determinadas pelo transporte de sedimentos, pela morfologia da costa e pela hidrodinâmica costeira, sendo as ondas superficiais de gravidade as principais responsáveis por esses fenômenos. Neste trabalho, buscamos compreender como a refração afeta a dinâmica da plataforma continental próxima à desembocadura do Rio Doce, considerando dois cenários meteoceanográficos, o de Sistemas Transientes (ST) e o da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS). O estudo foi realizado utilizando o modelo numérico de ondas do Sistema de Modelagem Numérica DELFT3D do Deltares. Analisamos os padrões de variação da refração através das médias das características das ondas e de vento para cada ponto e na observação das séries de figuras e animações geradas pelo Delft3D-QUICKPLOT. Os dados analisados revelaram que a altura significativa das ondas começava a sofrer mudanças à medida que avançavam pela plataforma continental, aos 50 metros, e em menores gradientes na plataforma após 25m de profundidade. Nesta profundidade também foi observada as modificações mais acentuadas na alteração de direção, principalmente ao sul da desembocadura do rio Doce. As ondas incidentes das direções leste e nordeste foram as que mais influenciaram o processo de refração na área conforme a entrada da onda em águas mais rasas, e conseqüentemente o padrão da deriva litorânea. A análise das ondas que chegam do quadrante nordeste revelou o efeito da refração ao longo de toda a costa, fazendo com que as ondas mudassem de direção para leste. No entanto, a mudança de direção das ondas indicou que o processo de refração ao norte da foz dependia do ângulo de incidência das ondas desse quadrante na entrada da plataforma do grupo de ondas. Assim, este estudo contribuiu com melhor entendimento de como as forçantes dos cenários ST e ASAS influenciam na propagação e refração das ondas superficiais de gravidade na região adjacente à foz do rio Doce.

Meandros ciclônicos da Corrente do Brasil e trocas de água plataforma - talude em 27S°-31°S

Instituição: Universidade de São Paulo

Autores: João Pedro Amorim, Ilson Carlos Almeida da Silveira, Milton Borges-Silva, Pedro Walfir Matins e Souza-Neto, Piero Bernardo, Marcelo Dottori, Wellington C. Belo, Renato P. Martins, Tiago C. Biló.

E-mail dos autores: jpedroamorim@alumni.usp.br; ilson.silveira@usp.br; milton.borges.silva@alumni.usp.br; pedro.walfir.neto@alumni.usp.br; piero.bernardo@gmail.com; mdottori@usp.br; wceccopieri@petrobras.com.br; renatopm@petrobras.com.br; tiago.bilo@gmail.com

RESUMO

A Corrente do Brasil (CB) ao fluir pela costa brasileira experimenta intensa atividade de mesoescala, desde sua origem na costa nordeste até atingir a região da Confluência Brasil-Malvinas. No entanto, o padrão meandrante da CB próximo ao Cabo de Santa Marta (27°S - 31°S) ainda não foi bem descrito na literatura. Neste estudo, observações *in situ* e imagens de satélite são usadas para descrever os meandros e vórtices ciclônicos da CB perto do cabo. Os resultados obtidos a partir de duas seções de *Lowered Acoustic Doppler Current Profilers* (LADCP) mostram que essas estruturas são intensificadas em superfície, mas se estendem verticalmente por toda a coluna d'água. Os perfis de condutividade, temperatura e profundidade (CTD) mostram evidências do aprisionamento de águas costeiras no interior de um ciclone. Dados altimétricos utilizados para o rastreamento de vórtices mostram a existência de duas regiões distintas de formação destes ciclones, uma em 28,5°S e a outra em 30,5°S, com uma média de 5 e 7 vórtices formados por ano, respectivamente. Os ciclones gerados em ambos os locais têm uma vida média de aproximadamente 37 dias, e não foram encontradas diferenças significativas entre as suas propriedades superficiais. Imagens de satélite de clorofila-a mostram que a advecção horizontal de água costeiras é um fenômeno recorrente no interior dessas feições, imprimindo um sinal de estiramento dessas águas em seus compositos médios. Além disso, utilizando Funções Ortogonais Empíricas (EOFs) para analisar o escoamento da CB em um linha de fundeios, observamos que os meandros de mesoescala são responsáveis por explicar pelo menos 1/3 da variabilidade do fluxo nesta região.

Determinação da Água Costeira pelo método fuzzy clustering aplicado a resultados de simulações numéricas (ROMS)

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo

Autores: Juca Damásio, Sabrina Aparecida Ramos da Fonseca, Tayná Rosa Martins Paiva, Gabriela Corrêa Brasileiro, Thiago Campos Carlos, Guilherme Nogueira Mill, Júlia Tavares Salviato, Rafael Afonso do Nascimento Reis, Renato David Ghisolfi.

E-mail dos autores: juca.damasio98@gmail.com, sabrinaarf@gmail.com,
taynarmartins@gmail.com, gabrielacbrasileiro@gmail.com, thiago.carlos@edu.ufes.br,
guilhermemill@gmail.com, jtsalviato@gmail.com, rafael_cgb@hotmail.com,
renato.ghisolfi@ufes.br.

RESUMO

No presente estudo propõe-se a utilização do método fuzzy clustering (FC) para determinação da pluma fluvial sobre a plataforma continental (PC) a partir da ocorrência de Água Costeira (AC). Este método permite o agrupamento de dados levando-se em consideração os processos de diluição e mistura da pluma do Rio Doce (RD) observados na Plataforma Continental do Espírito Santo (PCES). Através desta análise é determinado o centroide que representa o par termohalino característico da massa d'água. Para a delimitação da área de abrangência de plumas de rios sobre a superfície marinha a partir da utilização de campos superficiais de salinidade previstos com modelos numéricos, comumente determina-se um valor de salinidade representativo da pluma do rio, e verifica-se em quais regiões do domínio modelado são encontrados valores inferiores ou iguais ao predeterminado. Entretanto, essa metodologia não contempla as variações termohalinas sazonais e os processos de mistura das massas d'água. Os resultados utilizados nesta análise provêm de simulações numéricas semi-idealizadas realizadas com o modelo ROMS (Regional Ocean Modeling System) para a PCES, entre outubro de 2018 e setembro de 2021, nas quais foram consideradas a vazão horária do RD com valores constantes de temperatura (26°C) e salinidade (0), que vem sendo desenvolvidas no Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática da Fundação Espírito-Santense de Tecnologia (PMBA/Fest). A partir da determinação dos pares termohalinos da AC pelo método FC temos que os valores de temperatura e salinidade variaram cerca de 2°C e 1,9, respectivamente, entre todas as estações do ano investigadas. Ao se considerar a subdivisão da PCES em porções localizadas ao Norte, na Foz e ao Sul do RD, a presença da AC foi identificada em todos os setores mencionados para as estações do verão, primavera e outono, enquanto no inverno sua presença não foi detectada no ambiente marinho devido à redução da vazão do RD que restringe sua ocorrência a regiões mais próximas à costa. A abrangência da AC evidenciou uma área maior de influência do aporte continental do RD sobre a PCES, comparativamente ao rastreamento dos valores de $S \leq 35$ nos campos superficiais do ambiente marinho. Quando levado em consideração apenas a salinidade como parâmetro, a área de abrangência da pluma fluvial alcançou todos os setores apenas no verão e permanecendo restrita aos setores Norte e Foz na primavera. Diferente da AC, a pluma de baixa salinidade não foi detectada também no outono. A comparação entre os dois métodos de delimitação de plumas fluviais, evidencia a possibilidade de subestimação da área de influência direta do rejeito de mineração oriundo do rompimento da barragem de Fundão, associado ao aporte continental do RD, pelo método comum.

CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA DE ONDAS DA BACIA DE SANTOS UTILIZANDO *REGIONAL FREQUENCY ANALYSIS*

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE – Laboratório de Instrumentação Oceanográfica (LIOC) – Av. Athos da Silveira Ramos, Centro de Tecnologia, Bl. I, sala 104e – Cidade Universitária, Rio de Janeiro – RJ, Brasil.

Autores: Júlia Kaiser e Carlos Eduardo Parente.

E-mail dos autores: js.kaiser@oceanica.ufrj.br, parente@oceanica.ufrj.br

RESUMO

Compreender o clima de ondas é fundamental para o planejamento, execução e otimização de atividades desenvolvidas no mar, dimensionamento de esforço e projetos de estruturas, além, é claro, de contribuir para a garantia da segurança das pessoas envolvidas na realização destas atividades. Neste contexto, a Baía de Santos (BS) se apresenta como a maior baía sedimentar *offshore* do Brasil, apresentando grande relevância para a indústria de óleo e gás. Com o intuito de contribuir para esta área, o presente trabalho analisou a distribuição espacial da altura significativa das ondas proveniente de 20 anos (jan/2001 até dez/2020) de resultados de modelagem numérica ao longo de toda a extensão da BS. O principal objetivo aqui foi segmentar a BS em regiões estatisticamente homogêneas (REH) para, então, investigar as características predominantes das ondas e suas peculiaridades em cada uma das regiões da BS. Para tanto, a técnica *Regional Frequency Analysis* (RFA) foi utilizada para definir as REH a partir do cálculo dos *L-moments* como indicativos de variabilidade, assimetria e curtose da distribuição de Hs. Com o auxílio da técnica de aprendizado de máquina *K-Means*, que visa agrupar pontos com dados semelhantes e descobrir padrões subjacentes, além da análise espacial da distribuição de Hs ao longo da extensão geográfica da BS, a quantidade ideal de REH foi definida como três e as regiões foram então denominadas como: Área Sul, Área Central e Área Norte. A partir de então, o ponto central representativo de cada REH foi obtido através da análise comparativa da função de densidade de probabilidade de cada um de seus pontos. Assim, as características gerais do clima de ondas na BS, bem como a caracterização das diferentes categorias de estado do mar definidas com auxílio da PLEDS (*Plotting the Evolution of the Directional Spectrum*), passam a ser descritas através das estatísticas regionais. Os resultados obtidos mostraram que, historicamente, o mês de setembro apresenta as maiores médias mensais de Hs nas três áreas da BS. Por outro lado, as menores médias mensais da Área Sul e Área Central ocorrem no mês de fevereiro enquanto na Área Norte, a menor média mensal ocorre no mês março. Em relação às categorias de estado do mar, os eventos foram classificados em três categorias: bom tempo (BT), bom tempo com swell (BTS) e mau tempo (MT). Os eventos de BT representam menos de 10% das ocorrências ao longo de toda a extensão da BS durante todos os meses do ano, havendo, portanto, predominância das categorias de BTS e MT. Em termos de Hs, valores médios muito semelhantes são obtidos para os eventos das categorias de BT e BTS nos pontos representativos das áreas Sul e Central enquanto a Área Norte apresenta valores médios de Hs superiores nesta categoria. Os valores médios de Hs dos eventos de MT, por outro lado, crescem de sul para norte, de modo que a Área Sul da BS apresenta os menores valores, a Área Central apresenta valores intermediários enquanto a Área Norte apresenta os maiores valores médios.

The effect of shallow water bathymetry on swash and surf zones modelled by SWASH

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Autores: Juliana Franco Lima; Leandro Farina; Pedro Veras Guimarães; Ana Flávia Caetano Bastos; Pedro de Souza Pereira; Mauro Michelena Andrade.

E-mail dos autores: francojuliana@gmail.com; farina@alum.mit.edu; pvguima@gmail.com; anafcb95@gmail.com; pspPraias@gmail.com; mauromichelena@gmail.com.

RESUMO

Praias são ambientes extremamente dinâmicos, recursos de vídeo para o monitoramento costeiro vem facilitando a análise e compreensão deste ambiente, seja elas por câmeras em pontos fixos ou por Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs). Modelos numéricos com base em equações de águas rasas, também são frequentemente utilizados como método de estudo em zonas costeiras, incluindo as zonas de surfe e de espraiamento. A modelagem da zona de surf e região de espraiamento são altamente dependentes das condições batimétricas impostas no modelo numérico. No entanto, a alta taxa de transporte sedimentar nessa região dificulta uma medida precisa das condições do fundo por métodos diretos. Sendo assim, o objetivo deste estudo é avaliar a influência da batimetria na zona de surf nos processos de quebra e runup de onda, a partir do modelo numérico SWASH (Simulating WAVes till SHore) (Zijlema et al., 2011). A eficiência do modelo em reproduzir os processos costeiros com diferentes fontes batimétricas será testado utilizando uma batimetria teórica, através do cálculo de Perfil de Equilíbrio de uma praia descrito por Dean (1991) e outra estimada localmente por VANT. Como local de estudo será utilizada a praia do Campeche, em Florianópolis, Santa Catarina, com dados medidos no dia 24.04.2019. Os dados de de espectro de onda foram obtidos utilizando um ADCP (Doppler Effect Acoustic Current Profiler), a aproximadamente 800m da costa na posição 48.468777 °O e 27.672539 °S. Para estimar a batimetria na parte submersa foi utilizado um VANTs e a metodologia cBathy (Holman et al., 2013). A simulação numérica utiliza o modelo SWASH, forçada com os dados de ondas coletadas em campo e duas fontes batimetria. A primeira utiliza o perfil de Dean (1991), com um parâmetro adimensional (A) de 0.23 e 0.45 cm, linearmente sobre toda a grade, enquanto que a outra utiliza a batimetria estimada pelo método do cBathy, ambas escritas para uma grade computacional com dimensões de 260x341 m, com tamanho de célula de 1,5 x 1,7 m, em x e y, respectivamente. Foram realizadas 5 simulações numéricas, de acordo com as horas de coleta do espectro de onda e do nível de água. Os resultados das simulações numéricas foram comparados com o runup máximo de onda observado para o dia e a com a posição média da quebra de ondas. Os dados de runup e quebra de ondas modelado pelo SWASH coincidiram e foram condizentes aos dados obtidos e observados em campo e mostraram que o método cBathy, enquanto que os resultados de runup utilizando o perfil teórico de Dean foram muito subestimados pois o perfil apresentou uma declividade muito mais acentuada em comparação ao observado em campo durante o experimento. Neste contexto, a utilização do método cBathy para estimar a topografia na zona de surf mostrou-se uma boa ferramenta para gerar as condições de fronteiras batimétricas para modelos numéricos de águas rasas.

Avaliação de resultados de correntes oceânicas superficiais utilizados em modelagens de dispersão de objetos e poluentes no mar a partir de dados da boia Itaoca (PNBOIA).

Instituição: Centro de Hidrografia da Marinha.

Autores: Rafael Machado Mota Garcia, Kaio Calmon Lacerda, Fernando Túlio Camilo Barreto

E-mail dos autores: rafael.machado@marinha.mil.br, kcalmonlacerda@gmail.com,

kaio.calmon@marinha.mil.br, fernando.barreto@oceanpact.com.

RESUMO

Sistemas oceanográficos operacionais vêm ganhando cada vez mais destaque no cenário internacional e nacional por monitorar, prever e divulgar informações de características do oceano. Dentre essas informações, destacam-se as relacionadas à circulação hidrodinâmica. Esses dados são utilizados para aplicações diversas como no apoio à segurança da navegação, monitoramento de poluição marinha e operações de Busca e Salvamento (SAR). Dentre as principais ferramentas que necessitam deste tipo de sistema estão os modelos lagrangeanos de deriva de poluentes no mar, como óleo e plástico, e de objetos relacionados a operações SAR. Entretanto, ao utilizar modelos numéricos computacionais, os sistemas de previsão oceânica estão sujeitos a erros inerentes às aproximações de seus cálculos e métodos necessários para viabilizar a solução fornecida em um tempo hábil. Assim, faz-se necessário realizar avaliações desses modelos a fim de caracterizar os desvios esperados em relação a dados medidos, permitindo assim, que se conheça as limitações de seu uso em produtos destinados a auxiliar processos decisórios. Diante disso, o presente trabalho teve o objetivo de contribuir para a avaliação dos resultados de corrente oceânica superficial de três bases de dados de modelos de circulação geral do oceano para a costa brasileira. Uma dessas bases é produzida pelo Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) a partir do modelo HYCOM (Hybrid Circulation Ocean Model, HYCOM-CHM), de domínio regional, compreendendo a METAREA V, um produto fruto do esforço da Rede de Modelagem e Observação Oceanográfica (REMO). Os dados HYCOM-CHM tem resolução horizontal de $1/24^\circ$ e fornece dados de variáveis oceanográficas como velocidade das correntes, temperatura, salinidade e elevação. Outras duas bases de dados utilizadas são referentes aos resultados de sistemas operacionais dos Estados Unidos (HYCOM-NCODA) e da União Europeia (Mercator/CMEMS), com resolução horizontal de $1/12^\circ$. Os dados dos modelos foram verificados com dados obtidos por meio da boia de fundeio Itaoca do PNBOIA. A média da magnitude da corrente superficial foi de $0,619 \text{ m/s}$ ($\pm 0,183$) no dado medido, $0,604 \text{ m/s}$ ($\pm 0,235$) para HYCOM-CHM, $0,753 \text{ m/s}$ ($\pm 0,236$) para HYCOM NCODA e $0,790$ ($\pm 0,246$) para Mercator. Os resultados apontaram que o HYCOM-CHM apresentou bom desempenho em representar a magnitude da corrente no local de estudo, com um erro médio absoluto de $0,169 \text{ m/s}$, o que representou um erro de 27% em relação ao valor médio da magnitude da corrente (EAMR). O valor de EAMR para os dados HYCOM-NCODA foi de 35% e de 33% para os dados Mercator. Já o índice de correlação de Pearson dos dados avaliados foram de 0,53 (HYCOM-CHM), 0,47 (HYCOM- NCODA) e 0,54 (Mercator). Assim, os resultados obtidos indicam diferenças de mesma ordem para as diferentes bases de dados em relação ao dado medido, o que ressalta a importância de se considerar diferentes bases de correntes superficiais em cálculos realizados para a elaboração de subsídios de apoio à decisão e em outros estudos, como a sua utilização em modelagens lagrangeanas para apoio a operações de SAR, e na determinação de trajetórias de dispersão de óleo ou outros poluentes no mar.

CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA DE ONDAS DA BACIA DE SANTOS UTILIZANDO REGIONAL FREQUENCY ANALYSIS

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE – Laboratório de Instrumentação Oceanográfica (LIOC) – Av. Athos da Silveira Ramos, Centro de Tecnologia, Bl. I, sala 104e – Cidade Universitária, Rio de Janeiro – RJ, Brasil.

Autores: Júlia Kaiser e Carlos Eduardo Parente.

E-mail dos autores: js.kaiser@oceanica.ufrj.br, parente@oceanica.ufrj.br

RESUMO

Compreender o clima de ondas é fundamental para o planejamento, execução e otimização de atividades desenvolvidas no mar, dimensionamento de esforço e projetos de estruturas, além, é claro, de contribuir para a garantia da segurança das pessoas envolvidas na realização destas atividades. Neste contexto, a Baía de Santos (BS) se apresenta como a maior baía sedimentar offshore do Brasil, apresentando grande relevância para a indústria de óleo e gás. Com o intuito de contribuir para esta área, o presente trabalho analisou a distribuição espacial da altura significativa das ondas proveniente de 20 anos (jan/2001 até dez/2020) de resultados de modelagem numérica ao longo de toda a extensão da BS. O principal objetivo aqui foi segmentar a BS em regiões estatisticamente homogêneas (REH) para, então, investigar as características predominantes das ondas e suas peculiaridades em cada uma das regiões da BS. Para tanto, a técnica Regional Frequency Analysis (RFA) foi utilizada para definir as REH a partir do cálculo dos L-moments como indicativos de variabilidade, assimetria e curtose da distribuição de H_s . Com o auxílio da técnica de aprendizado de máquina K-Means, que visa agrupar pontos com dados semelhantes e descobrir padrões subjacentes, além da análise espacial da distribuição de H_s ao longo da extensão geográfica da BS, a quantidade ideal de REH foi definida como três e as regiões foram então denominadas como: Área Sul, Área Central e Área Norte. A partir de então, o ponto central representativo de cada REH foi obtido através da análise comparativa da função de densidade de probabilidade de cada um de seus pontos. Assim, as características gerais do clima de ondas na BS, bem como a caracterização das diferentes categorias de estado do mar definidas com auxílio da PLEDS (Plotting the Evolution of the Directional Spectrum), passam a ser descritas através das estatísticas regionais. Os resultados obtidos mostraram que, historicamente, o mês de setembro apresenta as maiores médias mensais de H_s nas três áreas da BS. Por outro lado, as menores médias mensais da Área Sul e Área Central ocorrem no mês de fevereiro enquanto na Área Norte, a menor média mensal ocorre no mês março. Em relação às categorias de estado do mar, os eventos foram classificados em três categorias: bom tempo (BT), bom tempo com swell (BTS) e mau tempo (MT). Os eventos de BT representam menos de 10% das ocorrências ao longo de toda a extensão da BS durante todos os meses do ano, havendo, portanto, predominância das categorias de BTS e MT. Em termos de H_s , valores médios muito semelhantes são obtidos para os eventos das categorias de BT e BTS nos pontos representativos das áreas Sul e Central enquanto a Área Norte apresenta valores médios de H_s superiores nesta categoria. Os valores médios de H_s dos eventos de MT, por outro lado, crescem de sul para norte, de modo que a Área Sul da BS apresenta os menores valores, a Área Central apresenta valores intermediários enquanto a Área Norte apresenta os maiores valores médios.

SQUALLS NA BACIA DE SANTOS: UM ESTUDO DE CASO E SUAS IMPLICAÇÕES

Instituição: ¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) – Departamento de Meteorologia, Cidade Universitária - Ilha do Fundão, Av. Athos da Silveira Ramos, 274, Rio de Janeiro, RJ 21941-909. ² Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (CENPES) - PETROBRAS, Cidade Universitária - Ilha do Fundão, Av. Horácio Macedo, 950, Rio de Janeiro, RJ 21941-915.

Autores: Karine dos Santos Rodrigues¹; Luis Manoel Paiva Nunes²; Wellington Ceccopieri Belo²; Eric Oliveira Ribeiro²; Wallace Figueiredo Menezes¹ e Ana Cristina Pinto de Almeida Palmeira¹

E-mail dos autores: karinerodrigues1993@gmail.com, luismanoelpaiva@gmail.com, wceccopieri@petrobras.com.br, eric_oliveira@petrobras.com.br, wallace.menezes@igeo.ufrj.br, anapalmeira@igeo.ufrj.br

RESUMO

Squalls são fenômenos atmosféricos caracterizados por aumentos súbitos da velocidade do vento a partir de 8 m/s e têm duração da ordem de minutos, similar a uma rajada de longa duração. Devido à sua imprevisibilidade e rapidez, elas podem representar uma potencial ameaça tanto para as operações marítimas dos setores de Óleo & Gás, transporte de cargas e turismo, quanto para diversas outras atividades no mar, incluindo riscos de acidentes ambientais, danos materiais e perigos à segurança humana. Embora a grande maioria dos estudos sobre *squalls* evidencie a existência desses eventos em latitudes médias e incluam o Sudeste do Brasil, mais especificamente a região da Baía de Santos como uma região favorável a ocorrência de *squalls*, este tema ainda não foi suficientemente desenvolvido em pesquisas básicas ou aplicadas, e poucas são as informações e características conhecidas sobre estes eventos. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo investigar um evento significativo de *squall* ocorrido em 09 de abril de 2022, que acarretou em um incidente operacional envolvendo o Navio Sonda NS-44 da Petrobras na Baía de Santos. Para tal, as séries temporais de velocidade e direção do vento medidas no NS-44 foram utilizadas para caracterizar a *squall* no que diz respeito a sua intensidade (velocidade inicial e aumento da velocidade do vento), direção (mudanças de direção do vento), tempo de duração, tempo de subida (tempo a partir do qual a velocidade do vento começa a aumentar até sua velocidade máxima), entre outras características relevantes. Como resultado, a análise dos dados observados indica que ocorreu um súbito aumento na velocidade do vento a 10 metros da superfície do mar no NS-44, e num intervalo de seis minutos, a velocidade do vento passou de 13,9 m/s para 30,1 m/s, representando uma variação de intensidade de aproximadamente 16,2 m/s. Além do aumento da velocidade do vento, ocorreram mudanças na direção, registrando uma variação superior a 90°. Em suma, a intensificação e mudança de direção do vento causaram uma sobrecarga ambiental que comprometeu a capacidade do sistema de posicionamento da unidade NS-44, levando à perda de sua posição. Felizmente, não houve qualquer prejuízo ambiental, material ou humano. Por fim, vale destacar que esta pesquisa desempenha um papel pioneiro ao abordar um tema de pesquisa até então não explorado no Brasil, que são os eventos de *squalls*. Adicionalmente, busca alertar os profissionais na linha de frente de operações marítimas e pesquisadores sobre os potenciais impactos desses fenômenos em suas atividades e destacar sua ocorrência na região da Baía de Santos.

Condições hidro-meteoceanográficas na porção centro-norte do litoral do estado do Espírito Santo durante diferentes condições de chuva.

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo.

Autores: Kathleen Yasmin Oliveira Santana e Kyssyanne Samihra Santos Oliveira.

E-mail dos autores: oliveirakathleen27@gmail.com e kyssyanne.samihra@gmail.com.

RESUMO

Diversos estudos têm apontado a influência das condições hidro-meteoceanográficas sobre a qualidade ambiental das regiões marinho e costeira da porção centro-norte do estado do Espírito Santo. Entretanto, ainda permanece pouco entendido como essas condições controlam a dispersão de contaminantes nos diversos ambientes costeiros e marinhos do litoral centro-norte capixaba. O presente estudo tem como objetivo analisar a distribuição conjunta da direção e intensidade do vento, da vazão do Rio Doce e da altura significativa de ondas durante diferentes condições de chuva (fraca, moderada, forte e muito forte) na porção centro-norte do litoral capixaba. Destaca-se que este estudo compreende a parte inicial da investigação do papel das condições hidro-meteoceanográficas sobre a dispersão de poluentes na área de estudo, e embora os resultados apresentados aqui não incluam a análise da dispersão dos poluentes, eles serão importantes para o entendimento do papel das diferentes forçantes sobre a dispersão de poluentes na região. Para o estudo foi considerado o período entre novembro de 2018 e março de 2023. Os dados de vento são oriundos da Climate Forecast System Reanalysis e os dados de onda da reanálise ERA5/ECMWF. Os dados de vazão do Rio Doce foram obtidos da Agência Nacional de Águas para a estação fluviométrica de Colatina e as condições de chuva do Instituto Nacional de Meteorologia. A identificação dos sistemas meteorológicos atuantes foi feita a partir das cartas sinóticas disponibilizadas pelo Centro de Hidrografia da Marinha e pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. Os resultados deste estudo mostram que as condições de chuva são semelhantes ao longo de toda área de estudo, principalmente para chuva forte e muito forte. Tais condições de chuva ocorreram majoritariamente nos meses de dezembro e janeiro devido a atuação dos seguintes sistemas meteorológicos: cavado, Zona de Convergência do Atlântico Sul, tempestade subtropical e sistemas frontais, com destaque para os dois primeiros sistemas. Além disso, foram caracterizadas predominantemente por ventos de norte e nordeste na costa gerados pela atuação da Alta Subtropical do Atlântico Sul. Além dessas condições de vento, em dois eventos ocorreram ventos de sul e sudeste, e, em três eventos houve a mudança da direção do vento do quadrante sul para norte/nordeste. As condições de chuva que resultaram em condições de eventos extremos de vazão do Rio Doce foram chuva muito forte, forte e moderada. Os maiores valores de vazão ocorreram nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. Os eventos extremos de vazão foram associados a ventos de norte e nordeste com intensidade entre 2 m/s e 5,7 m/s, e altura significativa de onda entre 0,87 m e 1,78 m. Porém, destaque-se que as maiores alturas significativa de onda foram associadas a valores mais baixos de vazão, ventos com direção de sul e sudeste e intensidade entre 6,49 m/s e 9,97 m/s, e ocorrência de chuva fraca e moderada. Dessa forma, os resultados mostram que as condições hidro-meteoceanográficas na área de estudo foram principalmente determinadas pela atuação conjunta da Zona de Convergência do Atlântico Sul e da Alta Subtropical do Atlântico Sul.

Estrutura hidrográfica da plataforma continental ao largo do Banco de Royal Charlotte

Instituição: Universidade Federal do Sul da Bahia

Autores: Larissa Alcantara Franklin da Silva, Angelo Teixeira Lemos

Email dos autores: larissa.franklin@gfe.ufsb.edu.br , angelolemos@ufsb.edu.br

RESUMO

A análise das massas de água nos oceanos é crucial na compreensão da dinâmica oceânica, sendo definidas como volumes distintos de água marinha, cuja identificação é baseada em parâmetros conservativos, notadamente salinidade e temperatura, formadas em regiões específicas, como polos e subtropicais, devido às variações climáticas que afetam tais parâmetros. A densidade da água, determinada pela combinação de temperatura e salinidade, é o fator preponderante para o seu movimento vertical e, conseqüentemente, para a formação de estratificação. A estratificação refere-se à formação de camadas distintas de água com diferentes propriedades físico-químicas, como temperatura e salinidade. Essas camadas exercem influência significativa nas correntes oceânicas e na disponibilidade de nutrientes para os organismos marinhos, tornando esta análise essencial para a compreensão da ecologia marinha. O banco Royal-Charlotte permanece em grande parte não explorado por diversas instituições, para isso, a expedição 'UFSB Royal-Charlotte' realizada de 14 a 22 de maio de 2023 a bordo do navio oceanográfico Ciências do Mar IV concentrou-se na análise das massas de água e na estratificação nessa região da plataforma continental. Foram coletadas amostras em 22 estações oceanográficas utilizando um CTD Sea-Bird SBE19plus acoplado a uma Rosette. O objetivo da pesquisa foi diagnosticar a presença de massas de água e estratificação da coluna d'água no banco Royal-Charlotte através de dados observacionais, e comparar os resultados encontrados com a climatologia disponível no World Ocean Atlas (WOA) de 1981 - 2022 para o mesmo período. Utilizou-se o método de Gauss para resolução do sistema de equações lineares, a partir do qual foi identificada a contribuição dos índices termohalinos dessas massas de água para região durante o período analisado, evidenciando a complexidade da circulação oceânica na região e mudanças sazonais e climáticas que a afetam. Os resultados da expedição revelaram a presença de Água Tropical na região, assim como os dados do WOA. A metodologia empregada no cálculo de estratificação baseou-se no cálculo da profundidade da camada mistura realizado pelo WOA, que baseia-se no critério da massa específica, com o valor de $+0,03 \text{ kg/m}^3$ a partir de 10 m. O critério térmico também foi utilizado, considerando a diferença de $0,5^\circ\text{C}$ a partir dos dados de 10 m. Esses dois critérios foram utilizados para a análise da camada de mistura nos dados da climatologia e nos dados *in situ*, a fim de estabelecer comparações. A partir destas duas metodologias foi possível identificar variações na estratificação no banco Royal-Charlotte, influenciadas por fatores sazonais, climáticos e características geológicas complexas, como a morfologia da plataforma continental, a presença do rio Jequitinhonha, cânions submarinos, montes e fraturas. Essas características são capazes de modificar o fluxo hidrodinâmico e a distribuição de massas de água na plataforma continental. Como resultado, observou-se uma estratificação protuberante da temperatura e da salinidade, com a presença de uma água de fundo mais fria próxima a um dos cânions presentes na região. Os resultados obtidos forneceram insights valiosos nunca antes quantificados sobre as massas de água e a estratificação no banco Royal-Charlotte, contribuindo para uma compreensão mais profunda da dinâmica oceânica na região.

IMPACTO DA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR EM UM SISTEMA DE PREVISÃO DE VENTOS DE ALTA RESOLUÇÃO PARA REGIÃO COSTEIRA DO BRASIL

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE – Laboratório de Instrumentação Oceanográfica (LIOC) – Av. Athos da Silveira Ramos, Centro de Tecnologia, Bl. I, sala 104e – Cidade Universitária, Rio de Janeiro – RJ, Brasil.

Autores: Layrson Gonçalves, Júlia Kaiser, Ronaldo Palmeira, Carlos Felipe Lauriano, Marcos Gallo e Carlos Eduardo Parente.

E-mail dos autores: layrsongoncalves@gmail.com, js.kaiser@oceanica.ufRJ.br, palmeira@gmail.com, carlosfelipejla@oceanica.ufRJ.br, marcosgallo@oceanica.ufRJ.br, parente@oceanica.ufRJ.br

RESUMO

Sistemas de previsão de ventos para regiões costeiras constituem uma importante ferramenta capaz de contribuir para o diagnóstico de potencial eólico, subsidiar a otimização de atividades portuárias, além de auxiliar na prevenção de desastres costeiros relacionados a ocorrência de ventos fortes, sobretudo em áreas que não dispõem de séries temporais longas de dados observados. Neste sentido, o objetivo desse trabalho é apresentar um sistema de previsão de ventos de alta resolução desenvolvido utilizando o *Weather Research and Forecasting Model* (WRF) e avaliar o impacto da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) nos resultados da previsão para a região costeira do Estado do Espírito Santo. Para tanto, foram realizados dois conjuntos de experimentos numéricos com o modelo WRF: o primeiro, denominado “WRF-default”, foi desenvolvido utilizando como condição de contorno inferior o produto de TSM do *Global Forecast System* (GFS), que tem resolução horizontal de $0,25^\circ$; enquanto o segundo, denominado “WRF-TSM_MUR”, considerou como condição de contorno inferior o produto de TSM proveniente do programa da NASA denominado *Earth System Data Records for Use in Research Environments* (MEaSUREs), que apresenta uma resolução espacial consideravelmente maior ($0,01^\circ$). Ambos os experimentos consideram as previsões para o horizonte de 24 horas de um período de 1 ano (10/2020 até 09/2021). As análises estatísticas (coeficiente de correlação – r , erro quadrático médio – RMSE e viés – BIAS) foram realizadas para as variáveis de magnitude e rajada dos ventos considerando como referência os dados observados por a) um anemômetro instalado no Complexo Portuário de Tubarão, localizado na região costeira de Vitória – ES, b) um anemômetro do INMET instalado na cidade de Vitória, c) um anemômetro do INMET instalado na cidade de Vila Velha e c) os dados METAR do aeroporto de Vitória. Os resultados obtidos mostraram que os dois experimentos representam com consistência as velocidades de magnitude e rajada do vento, bem como as ocorrências das direções do vento quando comparado aos dados observados. Entretanto, o experimento WRF-MUR_TSM apresentou uma melhora nos resultados dos índices estatísticos calculados, sugerindo que o aumento da resolução espacial da TSM é capaz de impactar positivamente as previsões de ventos para áreas costeiras. No caso da magnitude do vento, o coeficiente de correlação aumentou de 0.66 (WRF-Default) para 0.69 (WRF-MUR_TSM) e o RMSE diminuiu de 7,36 Km/h (WRF-Default) para 7,04 Km/h (WRF-MUR_TSM) no ponto mais próximo à costa (anemômetro do Complexo Portuário de Tubarão). Para este mesmo ponto, houve também um aumento no coeficiente de correlação de 0.69 (WRF-Default) para 0.70 (WRF-MUR_TSM), redução do RMSE de 9,5 Km/h (WRF-Default) para 7,3 Km/h (WRF-MUR_TSM) e BIAS de 9.51 Km/h (WRF-Default) para 9,43 Km/h (WRF-MUR_TSM) para o parâmetro de rajada

dos ventos. Como conclusão deste trabalho, foi possível constatar a importância de sistemas de previsão de ventos acurados para o planejamento de atividades costeiras. Além disso, o experimento WRF-MUR_TSM mostrou impactos positivos na utilização do produto de TSM com maior resolução horizontal em um sistema de modelagem de alta resolução para região costeira, de modo que este aumento na acurácia da previsão foi constatado através dos parâmetros estatísticos calculados.

Identificação de feições oceanográficas usando veículos autônomos

Instituição: OceanPact Geociências e Petrobras

Autores: Letícia Vazquez, Victor Godoi, Yago Carlos, Ângela Spengler e Diogo P.C. Pereira

E-mail dos autores: leticia.vazquez@oceanpact.com, victor.godoi@oceanpact.com,
yago.carlos@oceanpact.com, angelaspengler@petrobras.com.br e
diogoperegrino@petrobras.com.br

RESUMO

Medições oceanográficas são fundamentais para diversos propósitos, tais como segurança da navegação, operações portuárias, elaboração de planos de contingência no mar, obras costeiras, mitigação de processos erosivos na costa e entendimento do impacto da exploração de petróleo na fauna marinha. Várias formas de coleta de dados estão disponíveis, cada uma com suas vantagens e limitações. A coleta através de navios permite avaliar feições oceanográficas em três dimensões, mas resulta em um custo bastante elevado. Boias oceanográficas e linhas de fundeio, apesar de um pouco menos custosas, proveem, em sua maioria, apenas medições pontuais. Instrumentos a bordo de satélites fornecem somente informações bidimensionais da superfície do oceano, embora englobem uma área consideravelmente grande. Perfiladores lagrangeanos coletam dados ao longo da coluna d'água, porém, não se tem controle da trajetória do equipamento. Por outro lado, *gliders* (veículos autônomos submarinos controlados remotamente via satélite) possibilitam a aquisição de dados com alta resolução vertical e horizontal, desde a superfície até ~1000 m de profundidade, sendo, portanto, uma alternativa bastante atrativa para a coleta de dados oceanográficos. Apesar disso e de existirem há mais de 20 anos, *gliders* ainda são relativamente pouco utilizados no Brasil. O Projeto de Monitoramento da Paisagem Acústica Submarina da Bacia de Santos (PMPAS-BS), executado pela Petrobras em atendimento a uma exigência do licenciamento ambiental federal, conduzido pelo IBAMA, utiliza *gliders* para a aquisição de dados acústicos na Bacia de Santos. Com o deslocamento do *glider*, muitas vezes, já é possível detectar feições oceanográficas, como, por exemplo, vórtices e correntes de grande escala. Ao longo do projeto, alguns vórtices foram claramente identificados, sendo um deles com características semelhantes àquele reportado no trabalho de Silveira et al. (2023) [<http://doi.org/10.1590/2675-2824071.2206icas>]. A fim de exemplificar a capacidade do equipamento em monitorar e identificar feições oceanográficas, dados de trajetórias de *gliders* que apresentaram movimento circular foram selecionados e comparados a imagens de satélite. Visto que diversos sensores podem ser acoplados ao *glider*, este equipamento apresenta um potencial exploratório bastante grande, permitindo estudar com detalhes a estrutura vertical e horizontal de feições oceanográficas e a dinâmica oceânica como um todo.

Aprimoramento da Ferramenta PLEDS de Visualização de Dados Oceanográficos

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro

Autores: Lucas de Oliveira; Diego Luiz Fonseca; Dominique Joelle Silva; Gustavo Vaz Melo; Marcelo Di Lello Jordão; Marcos Nicolas Gallo; Susana Beatriz Vinzon; Thiago Fagundes

Leão E-mail dos autores: lucasoliveira.fiocruz@poli.ufrj.br; diegoluz@poli.ufrj.br; domenique.silva@poli.ufrj.br; gustavoocn@oceanica.ufrj.br; dilello@oceanica.ufrj.br; marcosgallo@oceanica.ufrj.br; susanavinzon@oceanica.ufrj.br; thiagofleao@oceanica.ufrj.br

RESUMO

A visualização é de suma importância para análise de dados, por ser capaz de revelar neles características difíceis ou até impossíveis de serem percebidas de outro modo. A demanda por poderosas visualizações é especialmente decisiva para se compreender conjuntos de dados oceanográficos, tipicamente multidimensionais e em grande volume, sendo, portanto, um grande desafio para interpretação, debate e posterior tomada de decisão por parte de especialistas e demais stakeholders. Dessa forma, este trabalho busca contribuir para o campo de visualizações de dados oceanográficos através da ampliação e simplificação, via linguagem de programação Python, da ferramenta de representação gráfica de evolução temporal de vento e espectro direcional de ondas, desenvolvida por Carlos Eduardo Parente Ribeiro (em Tese de Doutorado apresentada à COPPE/UFRJ em 1999) e denominada PLEDS (acrônimo para PLOtting the Evolution of the Directional Spectrum). O algoritmo original da PLEDS admite como entrada séries temporais de ondas e de vento. Como saída, é criada uma representação gráfica cartesiana de direção azimutal por tempo. Em sua grade, são exibidos ordenadamente ícones de dois tipos: um para ondas, que simboliza os parâmetros de altura significativa e de período de pico; e outro para ventos, que simboliza velocidade. A representação utiliza as horizontais da grade para além da marcação temporal: a base de cada ícone de onda (ou de vento) se posiciona sobre a horizontal que corresponde ao tempo de seu registro em sua série, enquanto a extensão vertical do ícone, em termos de subintervalos entre horizontais, indica o valor do parâmetro de altura significativa (ou velocidade de vento). Para ícones de onda, o período de pico é indicado pela sua cor. Abaixo da grade são exibidas as legendas: a quantas unidades de altura significativa de onda e de velocidade de vento equivalem um subintervalo temporal; e a relação de cores e faixas de períodos de pico. A presente contribuição traz a ampliação do algoritmo, em parte, no tocante ao número de variáveis: além da possibilidade de haver correntes marinhas representativas na grade principal, é possível se criar, à sua direita e compartilhando do mesmo eixo temporal, diversos gráficos secundários de variáveis escalares (por exemplo, turbidez). Além disso, é possível também alterar a escala temporal do conjunto de grades com grande flexibilidade, bem como salvar representações não só em formatos de imagens estáticas como também em formato de arquivo GIF. A contribuição também traz a simplificação do algoritmo a respeito de seu uso, possibilitando que representações PLEDS sejam criadas por usuários que sequer saibam programar em alguma linguagem computacional. Isso é feito através de um arquivo Python gerador de um conjunto sucessivo de formulários que, quando corretamente preenchidos (com textos, números, caminhos de arquivos, etc.), preparam e ao final efetivamente geram a representação PLEDS especificada. A versão melhorada do algoritmo tem sido exitosa em seus objetivos nas análises de dados de monitoramento e modelagem morfo-hidrodinâmica do ambiente marinho adjacente à foz do Rio Doce, no âmbito do projeto Rede Rio Doce Mar (Fundação Espírito-santense de Tecnologia).

Ressacas na Cidade do Rio de Janeiro e seus efeitos na Baía de Guanabara.

Instituição: Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Autores: Lucas Sá Ferreira Nery e Yuri de Oliveira Brasil Corrêa

E-mail dos autores: lucasneryocn.uerj@gmail.com; yuri.brasil@oceanica.ufrj.br

RESUMO

As ondas oceânicas são as principais formas de transporte de energia dos oceanos, dentre os fenômenos ondulatórios, as ondas de gravidade são as mais comuns e que trazem maior ameaça para navegação, estruturas costeiras e operações offshore. Com o possível aumento na altura das ondas oceânicas em função das mudanças climáticas, os eventos de ressaca, são cada vez mais frequentes e trazem danos às regiões costeiras. Determinadas áreas com ampla atividade marítima podem estar suscetíveis a esses eventos. Como por exemplo, a Baía de Guanabara, localizada na região metropolitana do estado do Rio de Janeiro, considerada a segunda maior baía do Brasil e um dos pilares do transporte aquaviário de inúmeros municípios. Posto isso, este trabalho avaliou os efeitos das ressacas e a eficiência dos avisos de ressaca emitidos pela Marinha do Brasil no interior da Baía de Guanabara. Foi realizado um hindcast de 6 anos através do modelo de águas rasas SWAN, implementado com duas grades aninhadas. Como condição de contorno foi utilizado os dados de espectro de ondas da reanálise ERA5. Os eventos analisados foram baseados pela NORMAM-19 e pelos avisos de ressaca emitidos pela Marinha do Brasil. Para isso foram escolhidos 5 pontos de análise no interior da Baía de Guanabara e os resultados da modelagem foram validados com dados de boias do projeto SIMCosta. O trabalho mostra que existe uma dificuldade associada aos avisos de ressaca em identificar os eventos de maiores alturas de onda no interior da Baía de Guanabara, revelando dias com alturas acima do habitual sem emissão de avisos de ressaca. Ainda assim, os avisos mostraram-se capazes de identificar um número significativo de ocorrências das maiores ondas nos diferentes pontos analisados, reforçando sua utilidade.

ACOPLAMENTO DE INGREDIENTES ATMOSFÉRICOS E OCEÂNICOS NA GERAÇÃO DE UM EVENTO EXTREMO DE PRECIPITAÇÃO COSTEIRA

Departamento de Ciências Atmosféricas do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP)

Lucas Tartaro Pereira, Estella da Silva Jesus, Felipe Tartaro Pereira, Ricardo Hallak
lucastartaro@usp.br, estella.jesus@usp.br, felipetartaro@usp.br, ricardo.hallak@iag.usp.br

RESUMO

Em 19 de fevereiro de 2023 registrou-se um evento extremo de precipitação na faixa costeira do estado de São Paulo na altura de São Sebastião, com precipitação acumulada de 600 mm em 24 h, considerada a maior acumulação já observada na história do estado e causadora de deslizamento de morros, com perdas materiais e humanas. Este trabalho tem o objetivo de levantar as causas meteorológicas e oceanográficas que contribuíram para a intensidade do evento, sob a hipótese de ocorrência de um acoplamento físico eficiente. Os resultados foram obtidos por meio da averiguação dos campos horários meteorológicos oriundos da reanálise numérica ERA5 do Centro Europeu de Meteorologia (ECMWF), com $0,25^\circ$ de espaçamento horizontal entre os pontos de grade, bem como às análises operacionais do mesmo centro europeu com 9 km de espaçamento de grade. Medidas obtidas na estação meteoceanográfica de CEBIMar/USP (São Sebastião-SP) foram usadas para corroborar os dados dos modelos numéricos. Em adição, utilizou-se a temperatura da superfície do mar (TSM) proveniente do sensor radiômetro AVHRR (NOAA-EUA). Os resultados indicam que uma frente fria de intensidade inicialmente abaixo de moderada deslocou-se pelo entorno de São Sebastião entre os dias 18 e 19 proporcionando um mecanismo de levantamento de parcelas de ar da região, cuja atmosfera estava predominantemente instável, segundo nossas análises das informações meteorológicas. Em adição, no dia 18 e a sudoeste da Ilha de São Sebastião, a SST estava elevada (com média em torno de 27°C), o que aumenta o fluxo de calor latente entre a superfície do oceano e a atmosfera adjacente. Como resultado, a frente fria em deslocamento recebeu uma maior quantidade de vapor d'água, intensificando-se. A análise do ECMWF com grade de 9 km indica que um ciclone de escala espacial reduzida surge às 0900 UTC do dia 18/02 quando já se identifica circulação ciclônica fechada. Nesse horário, já se observam os primeiros núcleos de precipitação em São Sebastião, com intensificação nas horas seguintes. À medida que o ciclone de mesoescala torna-se bem definido nos campos de vento às 2100 UTC do dia 18, seu ramo sudoeste da circulação superficial aponta perpendicularmente em direção à topografia mais elevada na costa. O mesociclone permanece na região por várias horas, caracterizando-se como um mesociclone persistente, sendo ainda observado às 1200 UTC do dia 19, com lento deslocamento em direção a sudoeste ao longo do tempo, o que produziu altos acumulados de precipitação observados.

Influência do Rio Doce (ES) na variabilidade espacial e temporal de Clorofila-a no oceano adjacente.

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo

Autores: Luiz Claudio Cindra de Souza

E-mail dos autores: luizccindras@gmail.com

RESUMO

A variação na extensão e dispersão das plumas fluviais em águas costeiras é frequentemente associada à vazão do rio, características do vento e a circulação oceânica. Diversos estudos foram realizados em águas costeiras e oceânicas utilizando sensoriamento remoto para avaliar o comportamento dos processos globais que influenciam na distribuição espaço-temporal de Clorofila-a (Chl-a) na costa brasileira. Entretanto, ainda existem lacunas científicas para um melhor entendimento sobre as influências de diversos processos dinâmicos que governam a distribuição de Chl-a na Plataforma Continental do Espírito Santo (PCES), tais como a influência fluvial, que atua na conexão entre o ambiente marinho e continental. O presente estudo tem por objetivo avaliar a influência da descarga fluvial do Rio Doce (ES) na distribuição espaço-temporal da Chl-a no oceano adjacente à foz por meio dos dados de Chl-a do sensor MODIS a bordo do satélite AQUA. A correlação foi estabelecida entre a análise da série histórica de vazão e dados de Chl-a para o período de baixa, regular e alta vazão, e após o desastre de derrame de rejeitos de minério da SAMARCO no Rio Doce. A variação da concentração de clorofila foi avaliada a partir de transectos radiais e pela área de distribuição em um raio de 30km da foz. Os resultados apontam para três considerações principais: 1- As vazões mais altas contribuíram para teores mais elevados de Chl-a próximos à foz, além disso, contribuiu para dispersão do fitoplâncton a maiores distâncias além da foz, muitas vezes, além da quebra da plataforma, caracterizando o importante papel da vazão na distribuição de Chl-a na plataforma; 2- A avaliação da distribuição de Chl-a, a partir dos períodos de maior estratificação térmica (outubro a março), permitiu reduzir a influência de processos de mistura vertical da coluna d'água, que poderiam mascarar a influência da vazão nas concentrações de Chl-a, através da disponibilização de nutrientes aderidos ao fundo. e; 3- O aporte fluvial do Rio Doce pode estar influenciando indiretamente a produtividade primária fitoplanctônica na plataforma, através do fornecimento de nutrientes, inclusive de ferro associado ao rejeito de minério, que são armazenados no sedimento de fundo, e podem se mobilizar durante a passagem de frentes frias, ação de ventos, ondas, entre outros.

Estudo da variabilidade do nível do mar na costa sudoeste da África e padrões sinóticos atmosféricos associados a eventos extremos

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro; Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Autores: Manuel Agostinho Victor António; Eliseu Oliveira Afonso

E-mail dos autores: manuelvictor795@oceanica.ufrj.br; eliseuoafonso@gmail.com

RESUMO

A variação do nível do mar na costa é resultado da combinação de diferentes fatores astronômicos e meteorológicos. O aumento anormal do nível do mar em relação ao valor médio pode ocasionar inundações das cidades litorâneas, gerando perda econômica e comprometendo a segurança da população, em contrapartida, uma redução considerável pode comprometer a atracação de embarcações de grande porte. No entanto, os portos localizados no litoral sudoeste da África possuem um grande impacto para o desenvolvimento da economia dos seus países e daqueles que fazem parte da Comunidade de Desenvolvimento da África Austral (sigla em inglês SADC), sem acesso ao mar, e que através de caminho de ferro podem transportar grandes quantidades de mercadorias proveniente do exterior. Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar a variabilidade diurna, sazonal e interanual do nível do mar na costa sudoeste africana, não obstante, o efeito das componentes astronômicas e dos sistemas atmosféricos associado aos eventos extremos. Neste sentido foram calculadas anomalia do nível do mar a partir das séries horárias da estação de Point Noire (PTNOI) - República Democrática do Congo, Lobito (LOBIT) - Angola e Walvis Bay (WALVIS) - Namíbia, adquiridas do Global Sea Level Observing System (GLOSS), disponível em: <https://www.sonel.org/-GLOSS,81-.html>. As séries de Elevação do Nível do Mar (ENM) das estações de PTNOI e WALVI foram coletadas para o período de 2009 a 2014 devido a disponibilidade e pouca detenção de falhas, enquanto os dados de LOBIT de 1972 até 1975, por ser o único período disponível. Os dados de reanálise do Copernicus (<https://cds.climate.copernicus.eu>) utilizado para análise dos padrões sinóticos foram: pressão ao nível médio do mar, componente zonal e meridional do vento à 10 metros, disponíveis em horário sinótico (00, 06, 12 e 18 UTC). Foi utilizado o pacote T_tide para calcular a amplitude e fase das principais componentes harmônicas de maré M2 e S2. A fim de avaliar os padrões sinóticos atmosféricos associados aos eventos extremos selecionou-se, apenas, os eventos diários cuja anomalia do nível do mar é superior (inferior) ou igual a +2 (-2) desvios padrão. Entretanto, as estações de PTNOI, LOBIT e WALVIS são caracterizadas por um padrão sazonal bem definido, na qual, em relação ao valor médio, o nível do mar apresenta maior elevação durante o verão e primavera, porém maior redução no inverno, respectivamente.

PROPOSTA DE UM SISTEMA DE PREVISÃO E ALERTA DE INUNDAÇÃO POR MARÉ METEOROLÓGICA PARA VILA RESIDENCIAL (RIO DE JANEIRO - RJ) BASEADO NOS DADOS FORNECIDOS EM TEMPO REAL PELO GOOS/IOC-UNESCO

Instituição: Programa de Engenharia Oceânica/COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro

Autores: Marcelo Di Lello Jordão, Lucas da Silva Oliveira, Susana Beatriz Vinzon

E-mail dos autores: dilello@oceanica.ufrj.br; lucasoliveira.fiocruz@poli.ufrj.br;

susana@oceanica.ufrj.br

RESUMO

As marés meteorológicas são flutuações não-astronômicas do nível do mar de longo período gerados por sistemas meteorológicos, que quando combinada com a maré astronômica, podem produzir sobrelevações e rebaixamentos do nível do mar maiores do que o previsto pela tábua de maré. Durante os eventos de sobrelevação do nível do mar, a inundação é a principal ameaça às moradias e outras infraestruturas localizadas as essas cotas altimétricas. Este é o caso da Vila Residencial, localizada na Ilha do Fundão, as margens da baía de Guanabara, Rio de Janeiro – RJ. A falta de acesso a uma previsão de nível do mar, que inclua a maré meteorológica, agrava os prejuízos dos moradores, uma vez que são frequentemente surpreendidos pela inundação. O objetivo deste projeto foi desenvolver um Sistema de Previsão e Alerta de Inundação por Maré Meteorológica (MareMet) capaz de prever estes eventos na Vila Residencial com 26 horas de antecedência. O modelo de previsão de maré meteorológica utilizado no MareMet foi desenvolvido pelo MELO FILHO (2017). No caso do Rio de Janeiro, este modelo foi desenvolvido a partir da existência de uma significativa correlação cruzada positiva com atraso temporal entre dois marégrafos, no caso, os marégrafos de Imbituba – SC e Ilha Fiscal – RJ. O MareMet para funcionar dependeu essencialmente dos dados de nível do mar medido pelo marégrafo de Imbituba e disponibilizado em tempo real no site do Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC-UNESCO). Em seguida, o nível meteorológico foi somado ao nível astronômico previsto por um modelo convencional de previsão de maré astronômica. O nível do mar previsto para próximas 26 horas, considerando os efeitos meteorológicos, foram disponibilizados aos moradores através de uma plataforma IoT (Internet of Things) de visualização de dados. As cotas de níveis de inundação utilizadas no MareMet foram determinadas com registros fotográficos datados e visitas de campo durante as inundações. O desempenho do MareMet foi avaliado a partir de métricas de avaliação, como precisão, Recall, F1-Score e acurácia, extraídas da matriz de confusão das séries previstas e medidas do nível do mar medidos na Ilha Fiscal entre os anos de 2020 e 2023. Considerando que a situação em que os falsos negativos são mais prejudiciais que os falsos positivos, os resultados obtidos pelo Recall foram satisfatórios, obtendo valores de 0,81 para ano de 2020, 0,86 para ano de 2022 e 0,80 para o todo o período entre 2020 e 2023. Este sistema de alerta e previsão de inundação por maré meteorológica se mostrou uma solução de baixo custo valiosa para ajudar populações vulneráveis localizadas em áreas de risco ou às mudanças climáticas, uma vez que, tanto a perspectiva futura de elevação do nível médio do mar como a intensificação dos ciclones extratropicais agravariam a situação. Este estudo de caso também demonstrou a importância do esforço da IOC e do Flanders Marine Institute (VLIZ) em manter e disponibilizar à sociedade o monitoramento de nível em tempo real.

Confiabilidade do Global Forecast System Operacional e uma Implementação Local do WAVEWATCH III durante um Ciclone Explosivo no Brasil em junho de 2020

Instituição: (1) OceanPact Serviços Marítimos, Rio de Janeiro, RJ, Brazil. (2) Divisão de Observação da Terra e Geoinformática, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brazil. (3) Divisão de Satélites Meteorológicos e Sensores, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Cachoeira Paulista, SP, Brazil. (4) Atlantech Soluções Ambientais, Curitiba, PR, Brazil. Autores: Marcia Carolina de Oliveira Costa (1), Milton Kampel (2), Vitor Galazzo de Paiva (2), Rogério Batista (3), Ivan Soares (4), Fernando Túlio Camilo Barreto (1), Douglas Fraga Rodrigues (1), Carlos Leandro da Silva Junior (1)

E-mail dos autores: marcia.costa@oceanpact.com; mkampel2010@gmail.com; vitorgalazzo@gmail.com; rogbatista@gmail.com; ivan.soares@oceanpact.com; fernando.barreto@oceanpact.com; douglas.fraga@gmail.com; carlos.leandro@oceanpact.com

RESUMO

Entre 30/06/2020 e 01/07/2020 ocorreu na costa sul do Brasil um ciclone que teve o seu trajeto do continente em direção ao mar. Esse sistema meteorológico foi registrado em modelos numéricos e observações in-situ desde o dia em que se formou até o momento de sua dissipação. O objetivo deste trabalho é utilizar os dados in situ coletados durante essa condição extrema em uma comparação estatística com o modelo atmosférico operacional Global Forecast System (GFS) e uma implementação local do modelo de ondas WAVEWATCH III (WW3), que utiliza o GFS como um dos inputs, para entender as limitações desses modelos. Foram utilizados dados de velocidade do vento (W_s) e altura significativa de onda (H_s) coletados por uma boia do Projeto SiMCosta localizada em 32.3°S - 52.1°W a uma profundidade de 14 m, e dados de W_s registrados por um navio da OceanPact situado em 26.45°S - 46.68°W . Inicialmente, foi calculada a taxa de aprofundamento da pressão em 24 horas no ponto central do sistema, que apresentou um valor de 2,28 Bergerons, sendo assim o sistema foi categorizado como ciclone explosivo forte de acordo com a classificação de Sanders e Gyakum (1980). Foram calculados os valores médios de BIAS e MAE em três períodos: (1) de 27/06/2020 00:00 até 30/06/2020 11:00; (2) 48 h após a taxa de aprofundamento se tornar explosiva, de 30/06/2020 12:00 até 02/07/2020 12:00; e (3) de 02/07/2020 12:00 até 09/07/2020 00:00. Também foi analisada a variação entre os dados e o modelo do horário de pico do sistema, ou seja, os registros máximos de W_s e H_s . No ponto de comparação da boia, o modelo GFS apresentou superestimação de W_s no período 1 (bias 0.86 m/s, MAE 1.20 m/s); seguido de subestimação dessa durante o período 2 (bias -0.20 m/s, MAE 2.00 m/s); e novamente uma superestimação de W_s no período 3 (bias 0.19 m/s, MAE 1.42 m/s). Semelhantemente, o modelo WW3 superestimou o H_s no período 1 (bias 0.06 m, MAE 0.11 m); subestimou essa variável durante o período 2 (bias -0.51 m, MAE 0.71 m), e superestimou no período 3 (bias 0.09 m, MAE 0.16 m). Foram observados na boia dois picos de H_s , um primeiro (4,1m) em 01/07/2020 11:00 e um segundo (4,47 m) 10 horas depois, no entanto o WW3 apenas previu um pico (3,40 m) em 01/07/2020 14:00. O atraso do modelo entre o pico de W_s em relação a boia foi de 2 horas. Em comparação aos dados coletados pelo navio, o GFS subestimou o W_s no período 1 (bias - 0.83, MAE 1.39 m/s); superestimou no período 2 (bias 0.19 m/s, MAE 1.42 m/s) e período 3 (bias 0.04 m/s, MAE 1.70 m/s), não houve atraso em relação ao pico de W_s . Este estudo serviu como base para compreender as limitações dos modelos GFS e WW3 em descrever fenômenos extremos para a costa sul do Brasil.

Fenômenos meteo-oceanográficos que levam ao fechamento da barra do Porto de Rio Grande/RS - Brasil

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande, (FURG)

Autores: Marco Antônio Rigola Romeu (EE-FURG), Ulisses Rocha de Oliveira (ICHI-FURG), Maria Eduarda Barreto Ramos.

E-mail dos autores: mar7surf@hotmail.com, ulisseslicke@yahoo.com.br, maria_bramos@hotmail.com

RESUMO

O Porto de Rio Grande está localizado no extremo sul do Brasil, na planície costeira do Estado do Rio Grande do Sul, onde a Lagoa dos Patos encontra o Oceano Atlântico Sul através da desembocadura da Barra de Rio Grande. A desembocadura da Lagoa dos Patos é protegida por dois molhes, Leste e Oeste, que se estendem cerca de 4 Km mar adentro, construídos com o intuito de regularizar o canal de acesso ao porto contra a formação de bancos de areia, além de protegê-lo contra a ação de ondas e tempestades, gerando condições mais seguras à navegação. Esta é uma região de clima subtropical úmido, próximo ao paralelo de 32° Sul e sofre com a ocorrência de intempéries meteorológicas, pois sua localização está em uma área de transição climática, caracterizada pela frequente passagem de ciclones extratropicais, muitos deles de grandes dimensões. Intempéries Meteorológicas e/ou Oceanográficas inviabilizam a navegação e causam o fechamento da barra de Rio Grande impossibilitando que o serviço de praticagem realize a movimentação de navios junto ao porto, causando prejuízos econômicos. A condição de impraticabilidade se configura quando as condições meteorológicas, o estado do mar, acidentes ou fatos da navegação ou deficiências técnicas implicam em inaceitável risco à segurança da navegação, desaconselhando a realização de fainas de praticagem, o tráfego de embarcações e/ou o embarque/desembarque do Prático. O presente trabalho tem como objetivo identificar e apresentar explicações para as condicionantes que causam a impraticabilidade da barra de Rio Grande. As condições de impraticabilidade da barra de Rio Grande foram classificadas neste trabalho de uma forma específica conforme lista a seguir: (a) Visibilidade inferior a 500 jardas. (b) Vento Acima de 35 nós de qualquer quadrante. (c) Altura de Onda acima de 3,5 m. Em relação as correntes marítimas: (d.1) Correnteza de enchente acima de 4 nós. (d.2) Correnteza de vazante acima de 5 nós (d.3) Correnteza transversal a boca da barra acima de 4 nós. (e) Causas não meteo-oceanográficas. A visibilidade inferior a 500 jardas se dá principalmente pela ocorrência de nevoeiros. Ventos acima de 35 nós podem ocorrer pela ação de ciclones extratropicais. Estes ciclones podem gerar ondas maiores de 3,5 m e ventos paralelos a costa que devido ao transporte de Ekman, ocasionando correntes de enchente acima de 4 nós. Em eventos de grandes marés meteorológicas positivas, a correnteza transversal acima de 4 nós na boca da Barra de Rio Grande, ocorre devido ao equilíbrio geostrófico, entre a força resultante de pressão em direção a costa e a força de Coriolis. Por sua vez, a correnteza de vazante acima de 5 nós pode surgir também devido ao transporte de Ekman, porém associados principalmente a ventos fortes do quadrante Norte que provocam marés meteorológicas negativas. Por fim, as causas não meteo-oceanográficas estão principalmente relacionadas a falha em equipamentos de sinalização.

O Aprimoramento da Modelagem Acústica Mediante a Utilização de dados Oceanográficos e Geoacústicos: Uma Análise Comparativa com dados Acústicos In Situ

CT (EN) Marco André Desbrousses Cotta

E-mail dos autores: macotta@poli.ufrj.br

RESUMO

Este estudo tem como principal objetivo aprofundar nossa compreensão da propagação do som no oceano, buscando uma integração mais completa entre dados acústicos, informações oceanográficas e características geoacústicas. A coleta de dados foi realizada durante a comissão oceanográfica Ressurgência III, envolvendo medições detalhadas das condições oceânicas, juntamente com experimentos acústicos que utilizaram sinais de banda larga, permitindo calcular as perdas na transmissão. Adicionalmente, simulações foram conduzidas utilizando modelos de propagação acústica, incluindo o um modelo de traçado de raios (TRACEO). O cerne deste estudo é investigar como as variáveis oceanográficas influenciam as perdas no sinal acústico e qual é o seu impacto na propagação do som em ambientes marinhos. A comparação meticulosa entre os dados coletados in situ e os resultados dos modelos de tratamento de raios acústicos tem o propósito de avaliar a precisão da modelagem acústica na reprodução das complexas condições reais do meio marinho. Duas simulações acústicas foram realizadas com o modelo acústico. Elas utilizaram dois diferentes conjuntos de dados iniciais como parâmetros de entrada: i) dados hidrográficos coletados in situ em condições de ressurgência e ii) perfis de isovelocidade do som. A análise das simulações concentrou-se nas perdas na transmissão (Transmission Loss - TL), permitindo uma avaliação aprofundada de como as flutuações no ambiente marinho são influenciadas pelas variáveis oceanográficas. Esta comparação entre dados reais e dados modelados por modelos de tratamento de raios acústicos contribui para o nosso entendimento da complexa relação entre as condições oceanográficas e a propagação do som no oceano. Além disso, o estudo examina até que ponto variações nas perdas no sinal acústico, influenciadas pelas características oceanográficas e pela geologia do fundo do mar, podem dificultar a comparação entre dados reais e simulações de modelos de propagação acústica, particularmente na região de ressurgência costeira de Cabo Frio. Dado o impacto significativo da geologia do leito oceânico, este estudo explora como as características geológicas, incluindo a natureza do leito marinho, podem introduzir complexidades adicionais na comparação entre dados coletados in situ e resultados obtidos por meio de modelos de propagação acústica. Como resultado final, este estudo enfatiza a importância da integração de sistemas de previsão oceanográfica-acústica em conjunto com indicadores de probabilidade de detecção. Essas ferramentas têm grande utilidade em aplicações táticas, tanto civis quanto militares, nas quais a consideração da variabilidade espaço-temporal do oceano é fundamental.

Identificação de Vórtices no Atlântico Sul através de Aprendizado de Máquina

Instituição: Instituto do Mar - Universidade Federal de São Paulo (Unifesp)

Autores: Maria Claudia Pereira Macedo, Wandrey B. Watanabe, André L. V. Pereira, Lucas R. De

Pretto E-mail dos autores: macedo27@unifesp.br, wandrey.watanabe@unifesp.br,

andre.vizine@unifesp.br, lucas.de.pretto@gmail.com

RESUMO

Vórtices oceânicos são correntes de circulação fechada, onipresentes em todos os oceanos, possuem forma circular ou elípticas, e são capazes de influenciar em comportamentos biológicos e climáticos. A oceanografia por satélite permite observar estes vórtices através de altímetros. Embora já existam métodos para identificar estas feições nas imagens de satélite, ainda é possível aprimorar. Utilizar o aprendizado de máquina na identificação de vórtices oceânicos facilitaria o reconhecimento deles em grandes períodos de tempo, em relação a identificação manual humana, e poderia ser uma alternativa a métodos numéricos tradicionais. O objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema por meio da aplicação de técnicas de aprendizado supervisionado, que seja capaz de identificar os vórtices no oceano Atlântico Sul, sejam eles propagantes ou não. Ressalta-se que o trabalho não pretende acrescentar à literatura mais uma forma de definir o que é um vórtice, nem obter um mapa de vórtices mais preciso, mas sim aplicar a ciência computacional à oceanografia, desenvolvendo e validando o método. O conjunto de dados utilizados de anomalia do nível do mar (SLA) é proveniente de dados de multi-satélites e é fornecido pelo Copernicus Marine Services. Inicialmente, foram gerados 120 mapas de anomalia do nível do mar, na região da Baía de Santos. Estes passaram por uma identificação manual dos vórtices, sendo selecionada toda variação que apresentasse uma característica de linhas de corrente fechada (isolinhas de SLA), preferencialmente próximo ao centro de maior intensidade, independentemente do tamanho, a seleção sempre foi feita ajustando uma elipse à feição observada. O processo de identificação resultou em máscaras separadas para vórtices ciclônicos e anticiclônicos. Posteriormente, 100 desses mapas e suas respectivas máscaras foram submetidos ao treinamento da rede U-Net, a qual é uma rede neural convolucional, originalmente desenvolvida para aplicações biomédicas. Os 20 mapas restantes foram usados para o teste da rede, sendo possível comparar as máscaras desenvolvidas na etapa de identificação com as predições da rede. Os resultados obtidos foram satisfatórios, com uma estimativa de erro de 31% para os vórtices ciclônicos e de 28% para os vórtices anticiclônicos. Apesar do erro ser alto, o método mostrou-se promissor, considerando as limitações desta primeira implementação, com apenas 100 imagens de treino e seleção elíptica. Em etapas futuras, será testado se uma seleção de curvatura livre na etapa de identificação dos vórtice resultaria em uma melhor predição da rede, assim como variações nas configurações de criação dos mapas, pois a rede neural U-Net é baseada em imagens.

Vento, Fluxo de Calor e Ressurgência Costeira: Explorando as Correlações no Padrão Térmico Superficial

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo

Autores: Maria J. Veenings, Gabriela C. Brasileiro, Sabrina A. R. da Fonseca, Tayná R. M. Paiva, Júlia T. Salviato, Rafael A. N. Reis., Guilherme N. Mill, Renato D. Ghisolfi.

E-mail dos autores: julia.veenings@gmail.com, gabrielacbrasileiro@gmail.com, sabrinaarf@gmail.com, taynarmartins@gmail.com, jtsalviato@gmail.com, rafael_cgb@hotmail.com, guilhermemill@gmail.com, renato.ghisolfi@ufes.br.

RESUMO

No litoral do Espírito Santo, a compreensão da dinâmica da ressurgência costeira é consolidada durante a Primavera e Verão, porém, sua caracterização apresenta incertezas ao longo do ano, sobretudo no inverno, devido ao baixo gradiente de temperatura superficial que se estabelece. O presente estudo avalia o potencial de desenvolvimento deste processo, através da resposta térmica superficial ao Fluxo Líquido de Calor (FLC) e à Tensão de Cisalhamento do Vento paralela à costa (τ_y). As forçantes utilizadas para a análise de correlação foram calculadas a partir de dados do ERA5/ECMWF, para os anos de 2015 a 2022. A temperatura superficial do oceano foi obtida a partir de uma simulação do modelo hidrodinâmico ROMS para o mesmo período. O FLC é positivo quando há ganho de calor e negativo quando há perda de calor, enquanto τ_y positivos e negativos representam ventos NE e SO, respectivamente. Foram analisados quatro transectos perpendiculares à costa denominados de: Extremo Sul (ExS - 20.74°S e 40.37°O), Sul (S 19.94°S e 40.04°O), Norte (N - 19.31°S e 39.70°O) e Extremo Norte (ExN - 18.17°S e 39.53°O). Nesses perfis, selecionou-se um ponto próximo à costa (Ponto interno - Pi) e um segundo distante ~50km, a partir do ponto costeiro (Ponto externo - Pe). A diferença de temperatura entre os pontos ($\Delta T = Pe - Pi$) foi correlacionada com o FLC e τ_y . Dessa forma, uma correlação direta indica que o ganho (perda) de calor e a τ_y positiva (negativa) ocasionam o aumento (diminuição) de ΔT , podendo representar um processo de upwelling (downwelling). Em contrapartida, uma correlação indireta representa uma resposta oposta de ΔT em relação às forçantes. A ocorrência de $\Delta T > 0$ é característica das regiões ao sul da foz do Rio Doce, enquanto ao norte, os valores negativos são predominantes. Nesse sentido, as análises foram focadas nos transectos S e ExS. Durante a Primavera-Verão, o FLC e a τ_y correlacionaram-se diretamente com a ΔT nos transectos S e ExS. Em oposição, para Outono Inverno, as correlações entre as forçantes com a ΔT foram indiretas no S. O ExS apresentou um comportamento distinto: no Outono a correlação do FLC com a ΔT não obteve significância e no Inverno foi indireta, enquanto com a τ_y não indicou correlação significativa para ambas as estações. Para maior investigação, o teste de Mann-Whitney foi aplicado para o inverno do ExS, mas não apresentou diferença significativa entre as medianas de ΔT associadas às direções de τ_y . Sugere-se que a resposta térmica se assemelha para ambas as direções de τ_y , descartando eventos de ressurgência. Descobriu-se, no entanto, que quando o efeito do FLC é controlado através da análise de correlação parcial, a ΔT passa a correlacionar-se diretamente com a τ_y no inverno do ExS, indicando que a correlação que se estabelece entre as três variáveis pode mascarar a influência significativa que a τ_y desempenha na ΔT . Esse fator se mostrou determinante para a identificação da ressurgência costeira, principalmente durante o inverno, e ressalta a importância de adotar um critério dinâmico para caracterizar a ocorrência deste processo.

Ondeleta espacial em mapas de gelo, uma nova abordagem espacial-temporal de índices climáticos na cobertura de gelo marinho no mar de Weddell

Instituição: Universidade de São Paulo

Autores: Marie Fernanda Massarico Cardoso, Natália Pillar da Silva e Ricardo de Camargo

E-mail dos autores: mariemassarico@gmail.com; natalia.pillar@gmail.com; ricamarg@usp.br;

RESUMO

O gelo marinho antártico é uma parte fundamental do sistema climático da Terra. Ele tem sua distribuição sobre todo o Oceano Austral, sendo perene, exceto no mar de Weddell e no mar de Ross. Além disso, o gelo marinho antártico influencia os padrões de circulação oceânica e meteorológica regional e global. O El Niño Oscilação Sul (ENSO) é um fenômeno climático periódico que ocorre no Oceano Pacífico tropical. Ele envolve uma mudança nas temperaturas da superfície do mar e nos padrões de vento, afetando o clima em todo o mundo. Durante um evento El Niño, as águas do Pacífico aquecem, levando a condições climáticas extremas, como secas, inundações e tempestades em várias regiões do planeta, afetando também a Antártica. Para análise de causalidade em séries temporais, podemos utilizar diversas ferramentas já que é uma área importante da análise de dados que busca entender as relações de causa e efeito entre variáveis ao longo do tempo. Isso é crucial para compreender melhor os processos climáticos e suas interações complexas, dado que as variáveis meteorológicas não são lineares. A utilização de ondeletas em séries meteorológicas é uma técnica avançada que permite a decomposição de dados em diferentes escalas temporais, ajudando a identificar padrões, tendências e eventos significativos em séries temporais meteorológicas de longo prazo, podendo até mesmo indicar a causalidade entre as séries. Neste trabalho, com a análise de ondeleta cruzada e ondeleta coerência foram gerados mapas de densidade espectral onde pode-se ver o quanto as médias da temperatura da superfície do mar nas regiões do ENSO podem influenciar no gelo marinho dentro do Mar de Weddell, condizendo com análises realizadas anteriormente com o PDC (Partial Directed Coherence), método utilizado para identificação da causalidade de Granger, também neste mar. A causalidade de Granger avalia se uma variável passada pode prever outra no contexto de séries temporais. O PDC é uma técnica avançada que vai além, quantificando a direção e intensidade das influências causais entre variáveis em séries temporais complexas. É particularmente útil em situações onde as relações de causa e efeito são intrincadas, fornecendo informações detalhadas sobre como as variáveis afetam umas às outras ao longo do tempo. A vantagem da utilização da ondeleta é poder ter a resolução espacial e temporal, identificando os pontos de maior energia no campo de gelo marinho e verificar no período qual foi a data aproximada de tal interação, limitação apresentada no PDC. Essa nova abordagem espacial de ver ondeletas pode ser utilizada para diversos índices climáticos na verificação espacial de toda e qualquer variável e se combinada com outros métodos, pode revelar evidências da causalidade de uma variável na outra, como o ENSO no gelo marinho do mar de Weddell, descrito neste trabalho.

Estudo de caso da influência da cobertura de gelo nos mecanismos dinâmicos atuantes em um ciclone antártico

Instituição: ¹Instituto de Astronomia Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo; ²Institute for Coastal Systems Analysis and Modeling, Helmholtz-Zentrum Hereon

Autores: Marie Fernanda Massarico Cardoso¹, Danilo Couto de Souza¹, Carolina Barnez Gramcianinov², Natália Pilar da Silva¹, Ricardo de Camargo¹.

E-mail dos autores: mariemassarico@gmail.com, danilo.oceano@usp.br, carolina.gramcianinov@hereon.de, natalia.pillar@gmail.com, ricamarg@usp.br

RESUMO

Ciclones na atmosfera frequentemente desencadeiam condições climáticas adversas, manifestadas por chuvas intensas, ventos vigorosos e tempestades. Na Antártica, os ciclones assumem características singulares devido ao ambiente extremo que prevalece nessa área. São comumente associados a temperaturas extremamente baixas e à presença de gelo marinho, cuja influência não pode ser subestimada. Esses ciclones desempenham um papel significativo na região, afetando a dinâmica do gelo marinho, os padrões de vento e as condições meteorológicas locais. A compreensão dos mecanismos atuantes nos ciclones antárticos é de suma importância para a pesquisa do clima e do ambiente polar. Nas regiões, a cobertura de gelo marinho assume um papel central na modulação do intercâmbio entre o oceano e a atmosfera, atuando como um isolante térmico na interface oceano-atmosfera e exercendo influência direta na transferência de calor e energia entre esses dois sistemas interconectados. O objetivo do presente trabalho é investigar e entender como a cobertura de gelo influencia os mecanismos atuantes ao longo do ciclo de vida de um ciclone, com foco nas modificações em sua estrutura e balanço energético. Para isso foi feito um estudo de um caso de ciclone antártico, que ocorreu no período de 1 a 6 de Novembro de 2021, que apresentou modificações em sua estrutura após sua passagem sob gelo marinho. Através da análise do diagrama de Haart (Cyclone Phase Space) e balanço energético de Lorenz, foi possível identificar uma transição estrutural e energética ao longo de seu ciclo de vida, com o ciclone evoluindo de uma estrutura baroclínica inicial para uma estrutura barotrópica mais tarde. Essa mudança estrutural esteve relacionada à presença de uma menor cobertura de gelo em uma região específica. As mudanças nos fluxos de calor devido a redução de espessura de gelo proporcionaram as condições necessárias para que o sistema transicionasse de características extratropicais (assimétrica) para um sistema com núcleo quente simétrico. A redução da dimensão dos ciclones, inferida pela influência dos ventos associados e são indicativos que o mesmo adquiriu características de uma baixa polar.

Variabilidade da concentração de gelo no mar de Weddell associado a padrões de circulação atmosférica

Instituição: Universidade de São Paulo

Autores: Marie Fernanda Massarico Cardoso, Matheus Bonjour Laviola da Silva e Ricardo de Camargo

[E-mail dos autores: mariemassarico@gmail.com; matheus.bonjour@gmail.com; ricamarg@usp.br](mailto:mariemassarico@gmail.com)

RESUMO

O gelo marinho, que, por definição, é o gelo que se forma sobre águas salgadas, desempenha um papel significativo no cenário do Oceano Austral, especialmente no mar de Weddell, onde existe uma região em que o gelo persiste durante todo o ano. Esse gelo marinho age como um isolante térmico na interface oceano-atmosfera, influenciando diretamente os fluxos e, por conseguinte, a atmosfera que se estende acima. A variação na concentração de gelo marinho, seja por aumento ou diminuição, modula a troca de calor e energia entre o oceano e a atmosfera, sendo um importante ponto de investigação. Neste contexto, as peculiaridades da cobertura de gelo em áreas específicas se revelam influentes sobre a circulação atmosférica, estabelecendo uma interação bidirecional onde uma variável afeta e é afetada pela outra. Ventos frios e persistentes podem acelerar a formação de gelo, ao contribuir para o resfriamento da superfície marinha. Se intensos, os ventos podem quebrar o gelo formado e redistribuí-lo pela superfície. No mar de Weddell, os ventos predominantes são conhecidos como Ventos de Oeste e exercem papel fundamental no processo de ressurgência e distribuição de nutrientes na superfície do oceano. Sendo assim, visa-se estudar o feedback entre o gelo marinho e os padrões de circulação atmosférica, através de dados de reanálises de cobertura de gelo, altura geopotencial, e componentes zonal e meridional do vento, em 1000 hPa. No contexto deste estudo, implementamos dois métodos de aprendizado de máquina: clusterização espacial e temporal, com K-Means. A abordagem espacial permite identificar regiões do mar de Weddell que exibem características semelhantes de cobertura de gelo, enquanto a temporal pode revelar padrões sazonais ou anuais na formação e transporte do gelo marinho. Os resultados obtidos revelam padrões sinóticos esperados para o domínio e, mostram que as médias dos campos de gelo são distintas em relação aos padrões atmosféricos obtidos. Esses resultados preliminares indicam que há um feedback entre o gelo marinho e a circulação atmosférica. Os insights derivados deste estudo não apenas aprimoram nossa compreensão das complexidades envolvidas nas interações oceano-atmosfera na região antártica, mas também estabelecem uma base para futuras investigações que podem explorar ainda mais as implicações dessas dinâmicas na variabilidade climática e nos ecossistemas polares.

Otimização de rotas para Navios Polares com a utilização do método do caixeiro viajante

Instituição: ¹ Universidade de São Paulo, ² Centro Universitário União das Américas Descomplica
Autores: Marie Fernanda Massarico Cardoso¹, Rodrigo Tecchio¹, Cyro Renato Santos Marques da Costa², Ricardo de Camargo¹

E-mail dos autores: mariemassarico@gmail.com , rodrigotecchio@gmail.com ,
cyrorenato56@gmail.com, ricamarg@usp.br

RESUMO

Expedições de navios polares desempenham um papel fundamental na coleta de dados meteoceanográficos na região polar, fornecendo informações vitais para compreender as mudanças climáticas regionais e globais. Essas missões possibilitam a observação direta das condições meteorológicas extremas e a coleta de dados precisos, contribuindo para prever eventos climáticos e suas consequências. O Oceano Austral é uma região única e desafiadora, caracterizada por vastas extensões de gelo, ondas imponentes e ventos intensos. O gelo é uma característica marcante, com icebergs gigantes e banquisas de gelo que podem representar sérios obstáculos à navegação. As ondas e os ventos constantes adicionam complexidade à operação de navios na região, enquanto as marés influenciam significativamente a navegabilidade. A dificuldade da rota em áreas polares é acentuada pelo tipo de concentração do gelo. Blocos de gelo podem estar dispersos de forma irregular, tornando a navegação uma tarefa complexa e perigosa. A determinação de rotas seguras e eficientes requer um conhecimento profundo das condições locais e a capacidade de se adaptar rapidamente às mudanças imprevistas. O método do caixeiro viajante é uma técnica de otimização que visa encontrar a rota mais curta para visitar um conjunto de pontos, passando por cada um deles uma única vez. Esse método foi utilizado na otimização da rota do navio polar Almirante Maximiano de outubro de 19 até março de 2020, onde a escolha da rota ideal é crucial para a segurança da tripulação e a eficiência da missão. A implementação do método do caixeiro viajante em rotas de navios permite encontrar trajetórias que minimizam a distância percorrida, economizando tempo e recursos, prezando pela integridade do navio. Isso é especialmente relevante nas expedições polares, onde as condições adversas e os desafios logísticos tornam a otimização das rotas uma prioridade. As vantagens da implementação de otimização de rotas para navios são numerosas. Além da economia de tempo e recursos, a redução da exposição a condições climáticas adversas e a minimização dos riscos de entrada em regiões com alta concentração de gelo, contribuem para a segurança da tripulação. Além disso, a eficiência operacional resultante da otimização da rota pode tornar as expedições polares mais sustentáveis e economicamente viáveis, permitindo a continuidade da pesquisa científica e a coleta de dados cruciais para entender e combater as mudanças climáticas.

Dinâmica do Transporte de Detritos Marinhos na Margem Equatorial Brasileira: Modelagem e Análise dos Impactos e Fontes

Instituição: Universidade de São Paulo (USP)

Autores: Marina Aguiar Sousa; Olga Tiemi Sato

E-mail dos autores: marina.aguiar18@usp.br; olga.sato@usp.br;

RESUMO

Disseminados globalmente pelos oceanos, os detritos marinhos flutuantes se tornaram um dos poluentes mais pervasivos e permanentes no ambiente marinho, vindo a ser uma séria ameaça à economia, à saúde das populações costeiras e à sustentabilidade dos ecossistemas marinhos. A dinâmica da circulação do lixo marinho é incerta, uma vez que os mesmos não são geralmente encontrados no seu local de lançamento, mas sim longe da fonte. A circulação oceânica em meso e larga escala é a maneira mais eficiente de transportar detritos em grandes distâncias em escala de bacia e global, facilitando conexões entre ecorregiões e transporte entre bacias. A costa do Brasil tem experimentado há algum tempo os impactos provocados pela presença de resíduos marinhos em suas águas costeiras. Dessa forma, há a necessidade emergente de ações efetivas de prevenção e mitigação. Assim, os estudos sobre a advecção do lixo marinho são fundamentais para a compreensão dos processos físicos que envolvem a introdução, o transporte e a identificação de áreas de acúmulo de resíduos. O objetivo deste estudo é compreender os processos físicos que regem o transporte dos detritos marinhos flutuantes que chegam na região costeira da margem equatorial brasileira, além de identificar a fonte dos mesmos. Para tanto, utilizaremos um modelo de circulação global de alta resolução juntamente com um modelo de dispersão de partículas. Para o rastreamento das partículas, serão utilizadas as saídas do Global Ocean Physics Reanalysis (GLORYS). Tratando-se de uma reanálise de alta resolução ($1/12^\circ$), que abrange o período de 1993 a 2020. O modelo de partículas a ser utilizado será o Probably A Really Computationally Efficient Lagrangian Simulator (Parcels). Nas simulações, as partículas serão rastreadas no modo “backward” (de trás para frente), onde a partir dos pontos de interesse as partículas serão rastreadas até o seu ponto de origem. São lançadas 500 partículas em três quadrantes distribuídos na foz do Rio Amazonas, além de 500 partículas próximas às cidades costeiras de São Luís, Fortaleza e Natal. Cada simulação é iniciada em dois cenários distintos: um correspondente ao período chuvoso e outro ao período seco da região, sendo ambas monitoradas ao longo de um período de dois anos. Nos resultados deste estudo, já foi possível observar a influência significativa da sazonalidade da ZCIT na dispersão dos detritos, devido à alteração dos padrões de vento que afetam as correntes superficiais. Espera-se adquirir um melhor entendimento relativo à influência da variação sazonal da circulação equatorial na chegada de detritos marinhos flutuantes à costa da margem equatorial brasileira, bem como identificar suas principais fontes. Esses resultados nos permitirão fazer uma análise minuciosa dos padrões de movimento e dispersão desses materiais, contribuindo assim para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes de gestão e mitigação dos impactos ambientais causados pelo lixo marinho.

Classificação de padrões atmosféricos de circulação associados a eventos de ondas extremas em diferentes regiões da costa brasileira

Instituição: Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas - USP

Autores: Matheus Bonjour Laviola da Silva, Danilo Couto de Souza, Fernando Tulio Camilo Barreto, Rodrigo Tecchio, Renan Freitas Pimentel, Carol Barnez Gramscianinov, Ricardo de Camargo

[E-mail dos autores: matheus.bonjour@gmail.com, daniloceano@gmail.com, fernandotcbarreto@gmail.com, rodrigotecchio@gmail.com, renanpimentel@usp.br, cbgramscianinov@gmail.com, ricamarg@usp.br](mailto:matheus.bonjour@gmail.com)

RESUMO

Sistemas meteorológicos de alta intensidade podem gerar ondas de alta energia, que podem causar danos à costa e às operações offshore. A identificação de padrões atmosféricos de circulação, também conhecidos como Weather Patterns (WP), associados a eventos de ondas extremas no Oeste do Atlântico Sul é o objetivo do presente trabalho. Para isso, foi desenvolvido um algoritmo de K-means para agrupar dados com condições atmosféricas semelhantes, considerando 25 anos de dados de reanálise (1993-2017) de componentes zonais e meridionais do vento e altura geopotencial em 1000 hPa. Três pontos (Vitória, Santos e Rio Grande) ao longo da costa brasileira foram escolhidos para avaliar os extremos de ondas, sendo utilizado como critério para extremo o percentil 99% de altura significativa de onda. Os valores que representam o percentil 99 para esses 3 pontos foram 2,86 m, 3,76 m e 4,56 m. Sendo assim, foram selecionadas as datas que excedem o percentil de cada ponto e utilizadas para seleção no dado atmosférico. Feito isso, pôde-se processar o dado atmosférico para entrada no algoritmo do K-Means, de modo que sejam identificados quais padrões meteorológicos estão associados à extremos de onda em diferentes regiões e se esses padrões se diferem. O Elbow Method foi usado para determinar o número ideal de clusters para representar os padrões atmosféricos de circulação em cada ponto. As datas correspondentes a cada WP foram usadas para traçar o campo de onda médio associado a cada WP. Foram feitas médias 24 – 48 h das datas associadas aos WP para entender a evolução dos sistemas geradores de onda. Os resultados indicam que os WPs associados a extremos de onda, são dominados por ciclones, anticiclones e cavados que transitam no sul do Atlântico Sul. Os ciclones com pista de vento de S/SW induzem ondas extremas em Santos e Rio Grande. Essas pistas são intensificadas pelo gradiente entre o ciclone e à alta pós-frontal. Em Vitória, a geração de ondas extremas está associada à pista de vento de SE/E, num instante em que a alta pós frontal está mais deslocada para o leste do Atlântico Sul.

Correntes Oceânicas e Mudanças Climáticas: Projeções para Costa Brasileira

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro

Autores: Anderson Soares; Raquel Toste; Luiz Paulo Assad; Luiz Landau

E-mail dos autores: andersonsoares@coppe.ufrj.br; rtoste@lamce.coppe.ufrj.br;
lpaulo@lamce.coppe.ufrj.br; landau@lamce.coppe.ufrj.br;

RESUMO

As mudanças climáticas têm desencadeado uma série de transformações nos sistemas oceânicos. As correntes oceânicas desempenham um papel fundamental na regulação do clima e, além disso, apresentam um potencial significativo para exploração de energia renovável, que se apresenta como uma solução para diminuição da taxa de aquecimento global. Nesse contexto, este estudo investiga as mudanças nas correntes oceânicas ao longo da costa brasileira em resposta às mudanças climáticas. Para avaliar as mudanças nas correntes oceânicas, foram utilizados cenários climáticos que representam o clima presente e futuro, com base nos resultados do Modelo Brasileiro do Sistema Terrestre (BESM) que segue o protocolo do Projeto de Intercomparação de Modelos Acoplados, da 5ª Fase (CMIP5). Dada a baixa resolução espacial e temporal dos resultados do BESM, foi empregado o *downscaling* para grades que resolvam a dinâmica de mesoescala. Isso foi realizado por meio do modelo computacional ROMS (*Regional Ocean Modeling System*), com um esquema de aninhamento que utiliza três grades numéricas, denominadas G1, G2S e G2N. A G1, com 1/5° de resolução, abrange grande parte da costa brasileira, desde a costa Norte até o meio da costa Sul. A G2S, com resolução de 1/15°, cobre principalmente a costa sudeste, onde a corrente do Brasil está melhor estruturada, e a G2N, também com 1/15°, abrange a costa Norte e parte da costa Nordeste, onde a corrente norte do Brasil predomina. O aninhamento ocorre de forma síncrona (*online*) e com troca de informação entre as grades de maior resolução (G2S, G2N) para a de menor resolução (G1). Este estudo apresenta um esquema único de aninhamento para a costa brasileira, permitindo uma análise mais detalhada das correntes oceânicas com uso de cenários climáticos fornecidos por um Modelo Climático Global (MCG). Os resultados foram utilizados para avaliar como as mudanças climáticas impactam a dinâmica das principais correntes oceânicas superficiais da costa brasileira.

Previsão do Resíduo de Altura Significativa de Onda com Uso de Redes Neurais LSTM

Instituição: OceanPact Serviços Marítimos

Autores: Matheus Bonjour Laviola da Silva, Fernando Tulio Camilo Barreto, Marcia Carolina de Oliveira Costa, Carlos Leandro da Silva Junior

E-mail dos autores: matheus.laviola@oceanpact.com, fernando.barreto@oceanpact.com; marcia.costa@oceanpact.com; carlos.leandro@oceanpact.com;

RESUMO

O treinamento de redes neurais recorrentes enfrenta o desafio do "desaparecimento do gradiente", um fenômeno que leva à redução progressiva do gradiente à medida que o cálculo retrocede no tempo, dificultando a captura de dependências de longo prazo nos dados. Para contornar isso, a arquitetura Long Short-Term Memory (LSTM) foi introduzida. As LSTMs mantêm informações de longo prazo em uma célula de memória especial, regulada por portas que decidem qual informação reter, descartar ou deixar passar, solucionando o problema do desaparecimento do gradiente. LSTMs têm sido utilizadas em diversas aplicações, incluindo previsões meteorológicas, como a velocidade do vento e a altura das ondas. No entanto, sua eficácia depende de séries temporais extensas e contínuas, o que é um desafio em áreas com infraestrutura limitada para coleta de dados, como algumas regiões do Brasil. Uma solução é treinar redes neurais para corrigir erros de modelos numéricos existentes, ao invés de tentar fazer previsões diretas a partir de dados incompletos. Neste estudo, dados de altura significativa de onda (hs) foram coletados de boias do PNBOIA em três localidades brasileiras (Boia Santos, Boia Itajaí, Boia Rio Grande) e comparados com os resultados do modelo WW3. As variáveis selecionadas para treinamento da rede neural foram aquelas que mostraram maior correlação com os resíduos de hs, incluindo hs do modelo e as componentes meridional (v) e zonal (u) da velocidade do vento. A latitude e a longitude também são inseridas como 'features' do nosso modelo, para que a rede neural entenda que o resíduo da modelagem numérica pode ter um comportamento diferente dependendo da região modelada. Durante o pré-processamento, os dados foram normalizados para que facilite os cálculos dentro da rede neural, mantendo as variáveis na mesma escala. Os dados foram divididos em 80% para treinamento e 20% para teste. Essa estratégia de divisão ajuda a desenvolver um modelo generalizável e evita o ajuste excessivo (overfitting). Para validação, foram escolhidos outros períodos que não estão contidos nos dados que a rede conheceu durante o treinamento. O conceito de "lookback" ou "timesteps" é crucial, representando quantos passos temporais anteriores a rede leva em consideração para previsões. Foram testados "lookbacks" de 6, 12 e 24 timesteps para determinar o número ótimo de passos temporais que oferecem os melhores resultados. Os resultados preliminares obtidos indicam que a LSTM consegue aprender o comportamento do resíduo histórico e usar os pesos obtidos no treinamento para ajustar o output da modelagem numérica. Esse ajuste permitiu uma diminuição do MAE e RMSE superior a 30% e um leve aumento da correlação de Pearson e Spearman. O melhor desempenho foi para o ponto na boia de Santos, justamente porque há maior disponibilidade de dados da boia no período que selecionamos para treinamento, ou seja, temos mais resíduos históricos disponíveis. Essa abordagem demonstra um potencial significativo para o aprimoramento da precisão das previsões meteoceanográficas, essenciais para operações seguras e eficientes no oceano.

PREVISÃO OPERACIONAL DE RESSACAS E INUNDAÇÕES COSTEIRAS NO LITORAL DE SÃO PAULO

Ruiz, Matheus Souza^{1*}; Ribeiro, Renan Braga^{1*}; Sampaio, Alexandra Franciscatto Penteado^{1*}; Harari, Joseph²; Chou, Sin Chan³; Chagas, Diego José³; Ferreira, Regina Souza^{1,4}; Marinho, Chayonn⁴; Oliveira, Fabio Rodrigo⁴; Souza, Célia Regina de Gouveia⁴

¹ Universidade Santa Cecília – Núcleo de Pesquisas Hidrodinâmicas – NPH-UNISANTA

² Universidade de São Paulo – Instituto Oceanográfico – IOUSP

³ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE

⁴ Instituto de Pesquisas Ambientais - Núcleo de Geociências, Gestão de Riscos e Monitoramento Ambiental IPA/SEMIL-SP

*matheusruiz@unisanta.br

RESUMO

O Sistema de Aviso de Ressacas e Inundações Costeiras para o Litoral de São Paulo (SARIC) é uma plataforma web que integra informações sobre riscos costeiros e fornece previsões operacionais de variáveis atmosféricas, hidrodinâmicas e de agitação marítima em uma interface de inteligência geográfica. O SARIC, que contou com o suporte financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Políticas Públicas-Fapesp nº 2018/14601-0), foi desenvolvido por uma equipe multidisciplinar de instituições de pesquisa e conta com a parceria da Defesa Civil do Estado de São Paulo. O sistema utiliza modelos numéricos desenvolvidos no NPH-UNISANTA, IOUSP e INPE, que simulam as condições oceânicas costeiras e meteorológicas, respectivamente, com até 96 horas de previsão. Os resultados dos modelos são disponibilizados diariamente na plataforma que permite visualizar dados de diversos pontos de controle espalhado pela costa (isóbata de 10 m) (desde janeiro de 2023). A plataforma também apresenta o Mapa de Risco à Erosão Costeira e Inundação Costeira do IPA-SEMIL, que classifica as praias paulistas em 5 níveis de risco. Da mesma forma, a saída gráfica dos estados do SARIC - Observação, Atenção e Alerta - são visualizados para cada praia, possibilitando aos gestores públicos a tomada de decisão em função das praias em risco alto e muito alto de erosão/inundação costeira. Os resultados do SARIC têm sido validados com base em dados observacionais e também têm demonstrado boa correlação com impactos de eventos severos/extremos nas praias paulistas. Como exemplo, no evento extremo que atingiu em especial o Litoral Norte de São Paulo em fevereiro de 2023, o SARIC foi capaz de prever sua ocorrência, com antecedência de 3 dias, indicando estado de Alerta devido aos volumes de chuva extremos para as regiões que, de fato, foram as mais atingidas, e em relação ao comportamento das marés altas anômalas, que também foram responsáveis pelas inundações ocorridas nas planícies costeiras entre o norte da Baixada Santista e a parte sul do Litoral Norte. Os resultados estão em fase de análise para a revisão dos limiares originalmente propostos no Plano Preventivo de Defesa Civil para Erosão Costeira, Inundações Costeiras e Enchentes/Alagamentos causados por Eventos Meteorológicos-Oceanográficos Extremos como Ressacas do Mar e Marés Altas Anômalas, publicado em 2016. Desta forma, a plataforma SARIC se apresenta como uma relevante ferramenta integrada para auxiliar na gestão dos riscos costeiros no litoral de São Paulo, fornecendo informações confiáveis e atualizadas em modo operacional para os tomadores de decisão, com benefícios para toda a região costeira do Estado de São Paulo.

A temperatura da água do mar na costa de Santa Catarina: Variações registradas no tempo e no espaço ao longo de 05 anos

Instituição: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)

Autores: Matias G. Boll, Argeu Vanz e Luís Hamilton P. Garbossa

E-mail dos autores: matias@epagri.sc.gov.br; argeuvanz@epagri.sc.gov.br.

luisgarbossa@epagri.sc.gov.br

RESUMO

Na região Sul do Brasil a temperatura da superfície do mar (TSM) é influenciada por duas grandes correntes: uma do Norte, a corrente do Brasil, de águas tropicais quentes, e outra do Sul, a Corrente das Malvinas, de águas subtropicais frias. No presente trabalho analisamos os dados de 05 anos (60 meses) de TSM registrados em dois pontos do litoral de Santa Catarina. Os dois pontos de coleta de dados foram: i) Praia de Laranjeiras, Balneário Camboriú (BC); e ii) Porto de Imbituba, Imbituba (IMB); ambos aproximadamente equidistantes em 100 km da capital Florianópolis. De forma semelhante, os dois pontos de monitoramento são aproximadamente equidistantes em 150 km das divisas Norte e Sul de Santa Catarina com o Paraná e Rio Grande do Sul, respectivamente. Todos os dados de TSM foram obtidos junto ao banco de dados da Epagri, sendo utilizadas para a análise comparativa as médias diárias (96 leituras/dia). Os dados do banco de dados, por sua vez, são originários de duas estações maregráficas equipadas com um sensor adicional de temperatura. Os sensores localizados nos 02 pontos de monitoramento operam numa profundidade aproximada de 0,5 m abaixo da linha de maré mais baixa registrada no local. Considerando as médias diárias registradas em 02 pontos do litoral de SC ao longo de 1.730 dias (165 mil registros/ponto monitorado), obtivemos uma média anual para a TSM no litoral de SC de 21,7 oC. O mês com a temperatura da água mais alta foi março, com uma TSM média de 25,2 oC, enquanto o mês com a TSM mais baixa foi agosto, com uma TSM de 18,2 oC. Ao compararmos os resultados de TSM para BC e IMB observamos diferenças significativas. O trabalho apresenta esses resultados detalhadamente e compara com a bibliografia para buscar correlações.

Análise da variabilidade da temperatura da superfície do mar na região do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, através de dados de satélites.

Instituição: Instituto do Mar - Universidade Federal de São Paulo (Unifesp)

Autores: Mayara Pereira da Silva, Wandrey B. Watanabe

E-mail dos autores: mayara.silva12@unifesp.br, wandrey.watanabe@unifesp.br

RESUMO

O Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP), localizado nas coordenadas 0°55'2"N 29°20'42"W, é o território brasileiro mais ao norte, localizado em uma área de grande interação oceano-atmosfera. Esta região é marcada pela migração meridional da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). O ASPSP está no centro do Oceano Atlântico equatorial, o qual ainda é pouco estudado, se comparado às outras bacias oceânicas. O monitoramento do planeta por satélites ganhou grande importância em programas de observação contínua, esse método conhecido como sensoriamento remoto, consiste na coleta de informações de um objeto sem contato físico com o mesmo. Essa abordagem apresenta vantagens, como a visão global em duas dimensões, alta resolução espacial e temporal, além da possibilidade de obter uma série consistente de dados ao longo dos anos. A captação de dados da temperatura da superfície do mar (TSM) baseia-se na alta irradiação de energia do oceano em direção à atmosfera com comprimentos de onda longos, causados pela temperatura média da superfície do oceano, que varia entre 0°C e 30°C, sendo amostrada por satélites desde a década de 1970. Considerando que o Atlântico Equatorial é uma zona de transição entre o Atlântico Sul e o Norte e é marcado pela variação da ZCIT, este trabalho tem como objetivo avaliar a variabilidade da TSM na região da ASPSP. A fonte de dados usada para esse estudo é o produto de nível 4 OSTIA, fornecido pelo Copernicus Marine Service. A temperatura global da superfície do mar do OSTIA é produzida a partir de dados de satélites e medidas in situ, com resolução espacial de 0,05° X 0,05°, temporal diária e com início da série desde 1982. A área de estudo do trabalho é a região delimitada entre 10°S a 10°N e entre 62°W a 10°E. Com a série temporal de 1983 a 2021, anos escolhidos para termos apenas anos completos, foi calculada a média mensal e os respectivos desvios-padrão, gerando assim um ano climatológico. Nos resultados obtidos a amplitude térmica é entre 29,4°C e 30,2°C, com desvios-padrão de 0,02°C a 0,12°C. Apesar de haver pouca variação nos valores de temperatura, comparando os meses de Janeiro e Julho, podemos perceber que há uma notável variação no padrão de distribuição das temperaturas, visto que a região possui padrões característicos de migração dos ventos. A norte e sudeste da região equatorial, há uma baixa da TSM, concentrando temperaturas elevadas de leste para oeste no mês de janeiro. Já no mês de julho, as temperaturas elevadas concentram-se a oeste, uma vez que o leste da África apresenta uma baixa na TSM. Em etapas futuras, a série temporal de uma região menor e próxima ao ASPSP será analisada em maior detalhe, com o propósito de determinar a tendência de aumento da TSM, bem como as principais frequências de variabilidade.

CARACTERIZAÇÃO DAS MARÉS INTERNAS NA REGIÃO DE ENTORNO DA CADEIA VITÓRIA-TRINDADE

Instituição: COPPE/UFRJ

Autores: Marcelo R. Toffoli¹, Afonso M. Paiva¹, Vladimir S. Costa^{1,2}, e Guilherme N. Mill^{1,3} 1- Laboratório de Oceanografia Física - LOF/COPPE, Programa de Engenharia Oceânica (UFRJ). 2- Ocean Predictions and Applications Division, Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici, 3 - Lecce, Italy, Centro de Excelência, Vale S.A, Rio de Janeiro, Brazil

E-mail dos autores: toffolioceano@gmail.com

RESUMO

Um ano de dados registrados por uma linha de fundeio instrumentada, fundeada perto do monte submarino Montague, foi usado para investigar e quantificar as propriedades e a variabilidade das Marés Internas (MI) semidiurnas na região da Cadeia Vitória-Trindade (CVT). Dados de altimetria de satélite e resultados de modelagem numérica foram também analisados para estimar, respectivamente, a variabilidade interanual dos fluxos de energia e a conversão total de energia realizada pela CVT. Ao longo do período de observação, identificaram-se dois cenários extremos de estratificação local. Um deles entre abril e maio, no outono, e o outro no inverno, de setembro a outubro. Utilizaram-se esses cenários de estratificação para discutir a variabilidade das propriedades das MI na região. Dentre as propriedades locais avaliadas, destacam-se as características da elipse de maré, energia cinética, estrutura modal vertical, fluxo de energia, conversão e nível de coerência. A MI semidiurna M₂ foi dominante e atingiu uma amplitude (elipse) de 11 cm/s. Os maiores valores observados de energia cinética das correntes semidiurnas ocorreram no outono (abril) e atingiram 0,9 kJ/m². Ao longo dos registros, as correntes associadas as MI foram dominadas pelo primeiro modo vertical baroclínico, que chegou a explicar 43% da variabilidade total das MI em agosto. O fluxo e a conversão de energia no ponto de fundeio foram maiores durante o inverno, atingindo valores médios mensais de 260 W/m e 1,2 W/m², respectivamente. Estimou-se, também, o nível de coerência das MI semidiurnas, equivalente a 76% (2018) no outono (79% em 2016) e 89% no inverno (2016), o que não constitui uma variabilidade expressiva dessa propriedade. Em relação à variabilidade interanual, os resultados da análise dos dados altimétricos do CryoSat-2 revelaram que o fluxo de energia variou, na região de geração próximo aos montes submarinos, cerca de 30% durante os oito anos analisados. A conversão total de energia realizada pela CVT apresentou valores variando de 2,58 GW nos meses de outono a 2,14 GW nos meses de inverno.

A estrutura e volume da Pluma do Rio Amazonas em regime de baixa descarga

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande¹, Shirshov Institute of Oceanology²; Moscow State University³, Universidade Federal da Bahia⁴

Autores: O. Möller Jr.¹; P. O. Zavialov², A. N. Drozdova², O.O., I. Krylov³, C. Rodriguez¹; C. Lentini⁴, E.G. Morozov²

E-mail dos autores: dfsomj@furg.br, peter@ocean.ru, adrozdova@ocean.ru, ikrylov@laser.chem.msu.ru, clentini@ufba.br, carolinarp@fcien.edu.uy, egmorozov@mail.ru

RESUMO

Neste estudo são relatados os resultados de um cruzeiro oceanográfico realizado a bordo do NPq *Akademik Boris Petrov* do Shirshov Institute of Oceanology da Academia de Ciências da Rússia desenvolvido na área da pluma do Rio Amazonas entre 20 e 29 de novembro de 2022, durante a estação de baixa descarga fluvial naquela região. Foram realizadas 28 estações oceanográficas em seis perfis com o uso de um CTD Idronaut OS 320plus instalado em uma roseta com garrafas Niskin de 5 litros. Em laboratório foram determinadas as concentrações de nutrientes, de clorofila *a*, de material em suspensão total, de matéria orgânica dissolvida (DOM) e matéria orgânica dissolvida colorida (CDOM). A coleta para análise da distribuição de microplásticos foi feita em todas as estações com uma rede do tipo manta com malha de 300 micras. Dados históricos indicam valores máximos de vazão da ordem de $2.5 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{s}$ em maio e mínimos de $1.0 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{s}$ em novembro. Embora as medições abrangessem a área mais próxima da foz do rio nos entornos da isóbata de 28 m, não foi encontrada água com salinidade inferior a 30 ups, indicando uma extensão espacial modesta da pluma e uma queda de salinidade relativamente pequena na mesma, dado o enorme volume da descarga quando comparada com outros grandes rios como o Rio da Prata que, com uma descarga muito menor, apresenta reduções de várias unidades de sal em distâncias maiores. São discutidas as razões plausíveis para isso e se levanta a hipótese de que a mistura vertical aprimorada permite o arrastamento descendente de uma fração significativa de água doce para a camada subjacente de Água Superficial Tropical modificada. Esta camada acumulou até 40% do volume total de água doce de origem continental na área de estudo, juntamente com um conteúdo significativo de matéria orgânica terrígena dissolvida. Além disso, comparando os perfis verticais de salinidade observados perturbados pelas descargas continentais dentro da pluma com os não perturbados fora da pluma, estimamos o conteúdo total de água doce fluvial na área de estudo em $203 \pm 22 \text{ km}^3$, o que equivale a menos de 3% da vazão média anual do Rio Amazonas. Neste contexto são também analisadas a distribuição de microplásticos na região. Estudo financiado pelo Ministério de Educação Superior e Ciências da Federação Russa (processo FMWE-2021-0001), pela Fundação Russa de Pesquisa Básica (processo 19-55-00084) e, parcialmente, pelo CNPq (Processo 402906/2019-5).

Sensoriamento remoto como instrumento da gestão costeira: a dinâmica dos campos de dunas da cidade de Fortaleza.

Instituição: Universidade de São Paulo¹ (USP), Universidade Federal do Ceará² (UFC)

Autores: Monique Torres de Queiroz¹, Antônio Jeovah de Andrade Meireles²

E-mail dos autores: moniquetorres@usp.br¹, meireles@ufc.br²

RESUMO

Com o crescimento das grandes cidades, torna-se cada vez mais imprescindível o investimento em ferramentas tecnológicas de monitoramento de aspectos locais cruciais e aprimoramento da tomada de decisões. Nas cidades costeiras, essa necessidade é ainda mais acentuada devido à diversidade de usos proporcionados pelo ambiente litorâneo, o que as torna especialmente suscetíveis ao desenvolvimento urbano caótico. Os campos de dunas são um dos diversos ecossistemas costeiros que acabam sendo extintos neste processo e, como resultado, deixam de proporcionar benefícios ambientais importantes à cidade, o que pôde ser observado no contexto do município de Fortaleza, capital do estado do Ceará. O objetivo deste trabalho é destacar a importância do sensoriamento remoto como ferramenta de gestão em uma cidade costeira, usando o contexto de Fortaleza como estudo de caso. Para alcançar esse objetivo, a metodologia foi dividida em dois passos principais: 1) realização de análises de sensoriamento remoto, que incluíram o uso de imagens de satélite e fotografias aéreas em quatro momentos distintos ao longo do tempo (1975, 2003, 2010 e 2020); 2) realização de buscas bibliográficas para avaliar os danos causados à cidade devido à perda dos serviços ambientais fornecidos pelas dunas costeiras, bem como a comparação desses impactos com outros contextos semelhantes. Os resultados evidenciam que ao longo de 75 anos, Fortaleza perdeu 16,704 km² de seus campos de dunas, o que corresponde a uma redução de 62,14%. Notavelmente, o campo de dunas situado na região de Sabiaguaba, onde existem Unidades de Conservação que restringem a ocupação, registrou a menor diminuição em área, ilustrando a eficácia dessas áreas protegidas. Essa redução de áreas de dunas acarretou em diversos impactos na cidade, como o aumento de inundações durante períodos de chuva devido à baixa permeabilidade do solo, perda de habitat para a biodiversidade, a diminuição de espaços verdes previamente ocupados pelas dunas fixas e vegetadas, bem como a perda de potencial para o ecoturismo. Além disso, à medida que as mudanças climáticas avançam, a perda dos campos de dunas torna a cidade ainda mais suscetível a eventos climáticos extremos. Em comparação com contextos similares, fica evidente a contribuição significativa que ferramentas como o sensoriamento remoto podem oferecer aos processos de gestão em cidades costeiras, destacando a necessidade de sua integração mais completa na tomada de decisões.

Modelagem Físico-Biogeoquímica do Oceano Atlântico Tropical Oeste

Instituição: Programa de Engenharia Oceânica - PENO/COPPE/UFRJ

Autores: Nunes, A. F. C.; Paiva, A. M.; Gabioux, M.;

E-mail dos autores: aron.fcn.0@oceanica.ufrj.br; afonso@oceanica.ufrj.br;
mariela@oceanica.ufrj.br;

RESUMO

O oceano Atlântico Tropical Oeste é uma região extremamente dinâmica e complexa tanto do ponto de vista físico quanto biogeoquímico. Parte desta complexidade está associada a duas importantes feições: a pluma de baixa salinidade e rica em nutrientes originada pela descarga do Rio Amazonas (DE SANTANA et al., 2020) e os vórtices anticiclônicos predominantemente oligotróficos da Corrente Norte do Brasil -CNB- (JONHS et al., 1990). Ambas feições podem influenciar de forma significativa os processos físicos biogeoquímicos da região, tanto de forma independente quanto conjunta (quando a pluma atinge a região da plataforma externa e talude continental e é capturada pelos vórtices da CNB). Uma consequência dessa interação é a formação de grandes áreas com elevada concentração de clorofila e um aumento da produtividade primária em regiões predominantemente oligotróficas. Ainda que não exista consenso na literatura de como essa interação efetivamente acontece. Neste contexto, o objetivo geral do trabalho consiste em investigar a dinâmica físico-biogeoquímica do Oceano Atlântico Tropical Oeste com foco nos processos que favorecem as trocas de propriedades entre a plataforma e o oceano profundo a partir da implementação de um modelo físico-biogeoquímico acoplado. O estudo visa também dar subsídios para o entendimento dos processos relacionados à captura e transporte da pluma do Rio Amazonas pelos vórtices da Corrente Norte do Brasil e como os mesmos impactam no comportamento da produtividade primária e nos ciclos biogeoquímicos. Para tal fim foi utilizado o modelo de circulação HYCOM Hybrid Coordinate Ocean Model (BLECK, 2002) e o modelo biogeoquímico ECOSMO (DAEWEL & SCHRUM, 2013). O estudo foi feito com base em 10 anos de resultados diários de uma simulação sinótica, em 1/12 graus de resolução espacial, aninhada e assimilada.

Previsão de altura significativa de onda com redes neurais artificiais no Oceano Atlântico Sul: uma abordagem híbrida.

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro

Autores: Paula Marangoni Gazineu Marinho Pinto, Ricardo Martins Campos, Marcos Nicolas Gallo, Carlos Eduardo Parente Ribeiro.

E-mail dos autores: paulamarangoni95@oceanica.ufrj.br, ricardo.campos@noaa.gov; marcosgallo@oceanica.ufrj.br; cparente@globocom.com

RESUMO

Previsões acuradas de altura significativa de onda (Hs) são extremamente importantes para a segurança da navegação, operações portuárias e exploração de petróleo e gás sendo, portanto, essenciais para a manutenção de serviços vitais para a economia. Tendo em vista as limitações da modelagem numérica de ondas tradicional, como a frequente subestimação de Hs sob condições severas, a previsão de Hs utilizando redes neurais artificiais é um método promissor e que pode ser utilizado como uma abordagem complementar. Neste estudo, foi desenvolvido um modelo de pós-processamento usando o algoritmo *Long Short-Term Memory* (LSTM) para melhorar resultados do modelo numérico WAVEWATCH III (WW3) na Bacia de Santos, Brasil. Como entrada da rede neural, foram utilizadas observações pretéritas de altura de onda, velocidade e direção do vento. O esquema híbrido está focado nas simulações de resíduos de 1, 2, 3 e 4 dias (diferença entre observações e WW3) usando medições de uma boia do PNBOIA (Programa Nacional de Boias da Marinha do Brasil) ancorada em águas profundas (cerca de 200 m). Os resultados do modelo híbrido (WW3+LSTM) mostram um melhor desempenho em comparação o WW3, sendo capaz de representar melhor o pico dos eventos severos de onda. Em média, os ganhos com o uso da WW3+LSTM atingem 3,8% no coeficiente de correlação (CORR), 14,2% no viés (BIAS), 10,2% na raiz do erro quadrático médio (RMSE) e 10,7% no Índice de Dispersão (SI). O modelo híbrido desenvolvido permite que previsões de alto desempenho sejam realizadas em grandes domínios e através de horizontes de tempo maiores.

Intercomparação de reanálises oceânicas na latitude de 34 Sul ao longo da Bacia do Atlântico Sul.

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro

Autores: Paula Marangoni Gazineu Marinho Pinto, Mauro Cirano, Afonso de Moraes Paiva.

E-mail dos autores: paulamarangoni95@oceanica.ufrj.br , afonso@oceanica.ufrj.br,
mauro.cirano@igeo.ufrj.br

RESUMO

Os Sistemas de Análise e Previsão Oceânica (SPAOs) são de suma importância para diversos setores da sociedade, entre eles pode-se citar, o aprimoramento das previsões meteorológicas em modelos atmosféricos acoplados, condições de contorno para modelos hidrodinâmicos costeiros, monitoramento do vazamento de óleo e poluição nos oceanos, além do auxiliar no melhor entendimento acerca da dinâmica oceânica. Dentro deste contexto, os SPAOs são produtos que incluem resultados de modelos de circulação geral do oceano, combinados com dados observados (medições *in situ* ou por satélite) para obter uma caracterização do estado do oceano, possibilitando, assim, seu estudo de modo mais acurado. Com isso, este trabalho tem como objetivo principal a comparação entre quatro SPAOs ao longo da latitude de 34° sul na bacia do Atlântico visando identificar o sistema que melhor caracteriza as feições oceanográficas desta região. Os SPAOs utilizados foram: o *Hybrid Coordinate Ocean Model* (HYCOM) desenvolvido pelo *Fleet Numerical Meteorology and Oceanography Center's* com resolução horizontal de 1/12.5°, o *Bluelink Reanalysis* (BRAN) desenvolvido pelo *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation's* (CSIRO) com resolução horizontal de 1/10° e duas reanálises do Mercator, GLORYS12V1 (resolução 1/12°) e GLORYS4 (resolução de 1/4°). O período utilizado para os cálculos foi de 1993 (exceto para o HYCOM que possui resultados apenas a partir de 1994) até 2019. Para a avaliação, a coluna d'água foi dividida em três níveis isopícnais distintos, representativos das quatro massas d'água presentes na bacia do Atlântico: ACAS (Água Central do Atlântico Sul), AIA (Água Intermediária Antártica), APAN (Água Profunda do Atlântico Norte) e AFA (Água de Fundo Antártica). Para cada massa de água foram calculados os valores de transporte líquido acumulados ao longo da longitude. Resultados preliminares indicam que a reanálise BRAN possui os resultados mais similares aos observados na literatura como em Talley et al. (2003). Todos os SPAOs apresentaram resultados de transporte total coerentes com a latitude estudada, com valores positivos para as massas d'água (ACAS, AIA e AFA) e negativo para APAN. Este resultado é esperado considerando que nessa latitude ocorre a confluência de duas correntes muito importantes na costa do Brasil (Corrente das Malvinas e Corrente do Brasil).

Marégrafo de Baixo Custo para Medições de Nível do Mar na Costa do Rio de Janeiro.

Instituição: Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ

Autores: Paulo R. R. Q. da Silva e Prof. Dr. Alessandro M. Filippo.

E-mail dos autores: pauloq.ocn@gmail.com / amfilippo@gmail.com

RESUMO

Equipamentos eletrônicos para medições de parâmetros oceanográficos usualmente estão associados a elevados custos. Um dos principais motivos para isso é o fato da maioria das fabricantes serem estrangeiras (OLIVEIRA, 2017). A importação destes instrumentos se torna onerosa devido às diferenças cambiais entre as moedas e diversas taxas e impostos para a nacionalização desses produtos. O presente projeto utiliza-se de tecnologias de baixo custo para a concepção de um equipamento de medições da variação do nível do mar. Um dos objetivos é avaliar a possibilidade de desenvolvimento nacional de um equipamento cuja performance seja similar aos equivalentes comerciais existentes e operacionalização do mesmo, seguindo as diretrizes da NORMAM-25/DHN, para o estabelecimento de estações maregráficas. O tipo de sensor escolhido foi um medidor de distâncias a laser, na faixa do infravermelho (850 nm), com alcance de até oito metros e precisão nominal de ± 6 cm. Este sensor é instalado dentro de um tubo de PVC de 150mm com aberturas comunicantes ao corpo d'água externo. Seu feixe é direcionado para o fundo do tubo onde um flutuador varia sua altura em função da maré. A distância entre sensor e flutuador é traduzida na altura da lâmina d'água em função da régua de maré instalada no local. O corpo físico do equipamento foi concebido a partir da tecnologia de impressão 3D. Seu sensor foi integrado à uma placa microcontroladora *Arduino Nano* juntamente a outros módulos eletrônicos de baixo custo. Para a alimentação de energia do sistema foi utilizado um painel solar para carregamento de baterias do tipo Li-ion 18650. Esse marégrafo possui a capacidade de telemetria dos dados em tempo quase-real, envio de 10 em 10 minutos, via *internet* (GPRS/2G) para um servidor em nuvem e disponibilização via API (Interface de Programação de Aplicação). Os dados também são armazenados em um cartão de memória (*mini SD-Card*). Embora duas unidades desse equipamento experimental já tenham sido produzidas e instaladas em campo, com uma durabilidade operacional superior a 7 meses, uma maior validação das medições aferidas pelo equipamento ainda precisa ser feita, para isso, testes, tanto laboratoriais quanto de campo, são necessários. Será programada ainda para este ano de 2023, uma campanha de levantamento de dados em uma mesma estação maregráfica, junto a um marégrafo calibrado, a realização de um estudo comparativo entre os registros de nível do mar a serem feitos pelos dois equipamentos concomitantemente. Caso este sensor laser não atenda aos requisitos de qualidade de dados para levantamentos hidrográficos preconizados pela NORMAM-25/DHN, será feita a substituição do mesmo e nova avaliação de qualidade. Este estudo pretende reunir informações que contribuam com o avanço na pesquisa tecnológica de equipamentos para monitoramento ambiental, em específico, para a área de hidrografia, gerando desta forma, informações preciosas para as pesquisas dos processos oceanográficos na interface continente-oceano, visto que a determinação da altura da lâmina d'água é uma informação relevante para diversas áreas: navegação, hidráulica fluvial, oceanografia, engenharia costeira, aquicultura e entre outras (PARKER, 2007).

Uma análise conceitual do desempenho da formulação de Longuet-Higgins para determinação da corrente litorânea.

Instituição: Programa de Engenharia Oceânica/COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro
Autores: Pedro Henrique Meirelles Tomaz de Aquino, Willen Morgado Gomes, Gustavo Vaz de Melo, Marcos Nicolás Gallo.

E-mail dos autores: pedro.aquino@poli.ufrj.br, willenmorgado@gmail.com, gustavoocn@oceanica.ufrj.br, marcosgallo@oceanica.ufrj.br.

RESUMO

O sistema praiial consiste em um ambiente com uma dinâmica extremamente intensa em resposta, principalmente, do clima de ondas ao qual está submetido. Independente da energia das ondas que incidem neste ambiente, as modificações e características da morfologia deste sistema respondem imediatamente com a movimentação e transporte de sedimentos ocasionados pelas correntes geradas pelo rompimento das ondas. Dentro do sistema de correntes geradas com a quebra das ondas e transferência de quantidade de movimento, o fluxo paralelo à linha de costa denominada como corrente litorânea apresenta maior importância, para fins de engenharia e gerenciamento costeiro. No intuito de estimar a velocidade da corrente litorânea, Longuet-Higgins (1970) desenvolveu um modelo semi-empírico relacionando a geração da corrente ao gradiente normal da componente tangencial da tensão de radiação. O objetivo deste trabalho consiste em realizar uma análise deste modelo, utilizando resultados de simulações numérica de cenários que consideraram às variações de diferentes características como: alturas, períodos e ângulo de incidência das ondas, modulação pela maré, além da declividade e granulometria da praia considerada. As simulações numéricas foram realizadas com modelo DELFT3D, em uma configuração simplificada de uma praia com dimensões de 300 m de largura por 700 m de linha de costa, com um gradiente inicial de 1:15, e corrente litorânea gerada pela imposição de ondas, em situação permanente, no contorno aberto. Na seção média da praia, foram identificados os pontos da velocidade máxima no perfil transversal e calculado o gradiente da tensão de radiação, considerando os pontos correspondentes à zona de quebra (P1), o local de máxima corrente (P2) e outro próximo da linha de costa (P3). Com os resultados de todos os cenários foi construída uma regressão entre o gradiente das tensões de radiação e a velocidade máxima na zona de surf, nos três pontos de análise do perfil de praia e todos os cenários simulados. As maiores velocidades de deriva estiveram relacionadas aos maiores gradientes, devidos aos cenários com maiores alturas e ângulos de ataque. Os resultados para todos os casos considerados seguiram uma relação linear, independente dos pontos do perfil considerados nas análises, com coeficientes de correlação (R^2) acima de 0,80. O melhor ajuste para a relação teórica com a velocidade máxima de deriva foi encontrado na avaliação do gradiente entre o ponto de quebra da onda (P1) e a linha de costa (P3), com $R^2 = 0,92$. Assim, um dos desafios deste trabalho foi definir o melhor cálculo para gradiente da tensão de radiação, uma vez que, a escolha dos pontos considerados na correlação teórica com a corrente litorânea não é uma tarefa trivial. Também, foi avaliado o afastamento desta correlação pela influência de outras correntes, como as marés, e turbulência gerada por diferentes condições de quebra e configurações da praia. Os resultados obtidos neste trabalho a respeito dos pontos a serem considerados no cálculo do gradiente da tensão de radiação serão importantes para as análises da determinação da corrente litorânea obtidas em modelos numéricos em condições não permanentes, assim como, para o planejamento de levantamento de campo.

MOBILIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS PELAS ONDAS NA PLATAFORMA CONTINENTAL DA BACIA DE SANTOS

Instituição: Universidade Federal do Rio de Janeiro , COPPE – Laboratório de Instrumentação Oceanográfica (LIOC) – Av. Athos da Silveira Ramos, Centro de Tecnologia, Bl. I, sala 104e – Cidade Universitária, Rio de Janeiro – RJ, Brasil.

Autores: Pedro Engels Abreu da Costa, Júlia Kaiser e Marcos Marcos Gallo

E-mail dos autores: pedroengels@oceanica.ufrj.br, js.kaiser@oceanica.ufrj.br, marcosgallo@oceanica.ufrj.br

RESUMO

Em regiões em que a dinâmica oceanográfica é dominada por ondas, a mobilização de sedimentos pode ser fortemente influenciada pela interação das ondas com o leito marinho. Além disso, a movimentação dos sedimentos pelas ações das ondas é uma das formas de erosão costeira que pode interferir nas atividades econômicas e na segurança das atividades desenvolvidas no litoral. Com isso em mente, o presente trabalho tem como objetivo investigar a mobilização dos sedimentos devido a influência de ondas de gravidade geradas pelo vento na região da Plataforma Continental (PC) da Baía de Santos (BS). Para tanto, foram definidos 8 cenários de diferentes condições de altura significativa (H_s), período (T_p) e direção de pico (D_p) das ondas com base em uma reconstituição de 20 anos do clima de ondas para a região da PC da BS. O modelo SWAN foi então empregado para determinar as velocidades orbitais máximas das ondas junto ao fundo nos diferentes cenários. Estas velocidades máximas para os cenários analisados foram comparadas com a velocidade crítica dos sedimentos de modo a determinar as regiões mais propícias à mobilização de sedimentos. A área com potencial de mobilização de cada cenário foi comparada com a área total obtida no denominado cenário morfodinâmico, caracterizado pela propagação de ondas com H_s igual à altura efetiva da onda (H_e) e T_p igual ao período associado ao H_e (T_{pe}). Os resultados obtidos mostraram que existem diferenças importantes em relação ao potencial de mobilização dos sedimentos nos diferentes cenários analisados para a região da BS. Quando a PC da BS está sujeita à atuação de ondas com características de H_s , T_p e D_p bem frequentes na região, a mobilização dos sedimentos fica restrita às áreas bem próximas à costa. Os cenários avaliados cujos valores de H_s e T_p considerados foram de até 3,0 m e 12 s, respectivamente, mostraram que menos de 3% da área do cenário morfodinâmico da BS apresentam potencial de mobilização dos sedimentos devido à ação das ondas. Em contrapartida, os cenários que apresentaram maior potencial para mobilização de sedimentos foram aqueles com H_s incidente de 5,8 m e T_p de 9 s. Além disso, constatou-se que, independentemente dos valores de H_s e T_p considerados como condição de contorno, a direção de incidência das ondas influencia diretamente nas áreas que podem apresentar potencial de mobilização dos sedimentos. Neste sentido, o potencial de mobilização dos sedimentos por ondas com valores de T_p baixo que se propagam do quadrante sul é menor do que aquele verificado para situações em que as ondas chegam na BS viajando do quadrante leste. Por outro lado, ondas com valores altos de T_p apresentam maior potencial de mobilização de sedimentos na região da PC da BS quando se propagam com valores de D_p do quadrante sul.

A Circulação na Elevação do Rio Grande: Dinâmica de um Hotspot de Conversão de Marés Internas

Instituição: Instituto Oceanográfico - USP

Autores: Pedro W. M. Souza-Neto, Ilson C. A. da Silveira, Cesar B. Rocha, Cauê Z.

Lazaneo, Paulo H. R. Calil

E-mail dos autores: pedro.walfir.neto@alumni.usp.br, ilson.silveira@usp.br, cesar.rocha@uconn.edu, cauezlazaneo@usp.br, paulo.calil@hereon.de

RESUMO

A Elevação do Rio Grande (ERG) é uma elevação oceânica localizada a 31°S no Oceano Atlântico Sudoeste, elevando-se da planície abissal oceânica até por volta de 160 m abaixo do nível do mar. A ERG é um importante local para a futura exploração mineral de crostas de Fe-Mn e atualmente o Brasil pleiteia internacionalmente a expansão da sua Zona Econômica Exclusiva (ZEE). A ERG é cortada de sudeste a nordeste por uma falha denominada Fenda Cruzeiro do Sul (FCS) que possui em torno de 2000 m de profundidade. Neste estudo, utilizando um fundeio correntográfico e os outputs de uma simulação numérica de alta resolução, caracterizamos a circulação ERG, mostrando que a maré M2 é a principal fonte de variabilidade na região, com uma amplitude que pode chegar a $0,3 \text{ m s}^{-1}$, superando a intensidade do escoamento médio. A maré M2 é dominada pela componente baroclínica e intensificada perto do fundo. A geração de marés internas M2 ocorre nas encostas do ERG, principalmente no interior da FCS, com a maior parte da energia convertida da maré barotrópica sendo irradiada na forma de feixes de maré em direção ao fundo e à superfície. Além disso, o processo de retificação das marés gera circulações anticiclônicas em torno dos picos do ERG, com a velocidade atingindo $0,2 \text{ m s}^{-1}$ adjacente ao fundo. Por fim, nossos resultados destacam a importância da ERG como hotspot de geração de marés internas no Atlântico Sul. Estas marés internas podem controlar a distribuição das crostas de Fe-Mn.

Fluxos de calor sensível e latente na interface oceano-atmosfera associados a vórtices de submesoescala

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande - FURG

Autores: Rafaela Rizzi; Fabrício Sanguinetti Cruz de Oliveira; José Luiz Lima de Azevedo.

E-mail dos autores: rafaela.rizzi@gmail.com; fsoliveira@furg.br; joseazevedo@furg.br

RESUMO

Vórtices desempenham um papel importante na transferência de calor entre o oceano e a atmosfera. Embora grande parte dos estudos foque na mesoescala, a relevância da dinâmica de submesoescala nestas trocas tem sido cada vez mais evidenciada. No entanto, ainda há poucos estudos que abordam a relação entre vórtices de submesoescala e fluxos de calor. A Baía de Santos é uma região com grande ocorrência de movimentos de submesoescala. Diante disso, este estudo pretende melhorar o conhecimento da relação entre os vórtices da região e os fluxos de calor turbulentos na interface oceano-atmosfera, ou seja, fluxos de calor latente (FCL) e sensível (FCS). A posição central dos vórtices de submesoescala (VSM's) e suas características foram estimadas via inspeção visual de 1074 imagens Sentinel-1/SAR-C entre 2019 e 2020. Após detectados, os valores de FCL e FCS foram estimados para a região de estudo. As anomalias dos fluxos relacionados aos VSM's foram estimadas mediante a aplicação de filtros, os quais removem as componentes dos fluxos associadas a outras escalas, no tempo e espaço (> 5 dias e > 22 km). Para o cálculo dos fluxos foram utilizados dados de temperatura da superfície do mar, temperatura do ar e velocidade do vento provenientes de 3 produtos: (i) MUR; (ii) ERA5; e (iii) WIND_GLO_PHY_L4_MY_012_006. Foram construídos mapas das anomalias médias de FCL e FCS associadas aos vórtices conforme as suas polaridades, além de mapas compostos que compilam as anomalias associadas a todas as feições, permitindo obter o valor médios das anomalias e visualizar os padrões espaciais no interior das estruturas. Foram detectados 321 vórtices, sendo 292 ciclônicos e 8 anticiclônicos, com raios entre 0,36 e 10,99 km e raio médio de 3,83 km. A maioria dos VSM's foram detectados no outono e no inverno, totalizando 211 estruturas. As estimativas de FCS e FCL, em média, foram positivas, com valores entre 3,83 e 28,36 $W.m^{-2}$ e 16,62 e 168,23 $W.m^{-2}$, respectivamente, ou seja, transporte de calor do oceano para a atmosfera. Os valores mínimos de FCL e FCS foram observados próximos à costa e os máximos ao longo do escoamento da Corrente do Brasil. Em relação à influência dos VSM's nesses fluxos, as anomalias de FCL apresentaram valores entre -64,06 e 13,01 $W.m^{-2}$ (-45,22 e 0,80 $W.m^{-2}$) para os vórtices ciclônicos (anticiclônicos). Em relação ao FCS, esses valores ficaram entre -14,14 e 3,21 $W.m^{-2}$ para os vórtices ciclônicos e -6,31 e 0,44 $W.m^{-2}$ para os anticiclônicos. Os mapas compostos demonstraram valores médios das anomalias de FCL entre -9,72 e -4,33 $W.m^{-2}$ (-14,25 e -4,94 $W.m^{-2}$) para os vórtices ciclônicos (anticiclônicos), superiores aos de FCS, que apresentaram uma magnitude de -1,24 e -0,53 $W.m^{-2}$ (-1,56 e -0,54 $W.m^{-2}$), com valores máximos no centro do vórtice para ambos os casos. Vórtices anticiclônicos usualmente apresentam núcleos quentes, e por consequência, anomalias de fluxos de calor positivas, porém os resultados indicaram o oposto. Em contraste, embora os vórtices ciclônicos tenham sido relacionados com valores positivos significativos de anomalias, em média, as anomalias foram negativas, concordando com a clássica relação.

Estrutura, variabilidade sazonal e dinâmica da Recirculação da Corrente do Brasil

Instituição: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo

Autores: Rafael Couto Martins e Ilson Carlos Almeida da Silveira

E-mail dos autores: rafamartins18@usp.br e ilson.silveira@usp.br

RESUMO

A Corrente do Brasil (CB), corrente de contorno oeste que fecha o Giro Subtropical do Atlântico Sul (GSAS), se afasta da costa brasileira em torno de 40°S , parte dela se torna a Corrente do Atlântico Sul e parte dela recircula internamente, e é essa recirculação interna o objeto de estudo deste trabalho. Este trabalho visa caracterizar a célula de recirculação interna (CRI) da Corrente do Brasil (CB) e investigar seu possível forçamento pelo vento. Para que a sua morfometria e sazonalidades pudessem ser inferidas foram utilizados dados de altimetria multisatelital, reanálises numéricas e dados satelitais de temperatura da superfície do mar referentes à região que abrange a porção sul da CB (25°S - 45°S). Para análise em superfície utilizamos observações por altímetro (AVISO) como principal fonte de dados, já para análise em profundidade utilizamos dados provenientes de reanálise (GLORYS). A caracterização hidrodinâmica da CRI se deu pela observação de uma estrutura de elevação do nível do mar nos dados de média da topografia dinâmica (MDT, em inglês) da região. Os valores que chegam à máximos de 0.7m, e caracterizam um contorno fechado, se situam entre a região de 30°S - 37°S e 51°W - 46°W . Quanto às características termohalinas da CRI, encontramos diversas assinaturas da mesma em profundidade, mais definida no nível de máximo gradiente (próximo à termoclina). Em superfície, não observamos assinaturas termohalinas claras da célula. Realizamos também uma análise indireta da dinâmica de forçamento da CRI utilizando um filtro “passa-baixa” de modo a isolarmos os efeitos de promediações de vórtices de mesoescala na região da estrutura. O resultado encontrado pós aplicação do filtro foi muito similar ao campo médio original. Entendemos, então, que a promediação de vórtices de mesoescala não são a principal forçante dinâmica para a formação da CRI, e criou-se a hipótese das forçantes de vento (wind-driven forces) serem os responsáveis pela sua estrutura média. Para testar esta hipótese foi utilizado um modelo numérico quasi-geostrófico adaptado de Munk [1950] com contorno realístico do Atlântico Sul e forçado com dados de reanálise atmosférica - ERA5. O modelo tem como objetivo reproduzir a estrutura, ainda que simplificada, da CRI da CB apenas com forçamento pelo vento. Nos resultados, observamos a formação de uma CRI, mas deslocada para o sul se comparada com a encontrada nos dados de altimetria. Esta estrutura se encontra cerca de 4° em direção ao sul. Portanto, podemos dizer que a dinâmica de forçamento pelo vento reproduz uma célula elíptica de recirculação da CB, não em sua posição, mas sim em sua existência em um giro subtropical idealizado.

Climatologia de ondas no Atlântico Sul através de produtos de modelagem numérica e dados de altimetria

Instituição: ¹Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo; ²Helmholtz-Zentrum Hereon

Autores: Raul Agra de Moura Pereira¹, Prof. Dr. Joseph Harari¹, Dra. Carolina Barnez

Gramscianinov²

E-mail dos autores: raul.agra@usp.br / joharari@usp.br /

carolina.gramscianinov@hereon.de

RESUMO

As ondas de superfície no oceano são fenômenos físicos que afetam diretamente diversas atividades sócio-econômicas associadas ao ambiente marítimo, como por exemplo a segurança de navegação e estruturas costeiras. Este trabalho teve como objetivo determinar uma climatologia de ondas no Oceano Atlântico Sul, a partir de produtos de modelagem numérica (ERA-5 e Ifremer) e dados de sensoriamento remoto (altimetria por satélite). Para isso, foram considerados os principais parâmetros de ondas, como altura significativa (H_s), período e direção, assim como as componentes zonais e meridionais do vento em superfície (10 m), juntamente com sua intensidade. As maiores diferenças entre os conjuntos de modelagem e altimetria, ocorrem principalmente em altas latitudes. Comparados com a altimetria, o ERA5 subestima os valores de H_s , enquanto o Ifremer os superestima, principalmente a sudoeste da África. Foram realizadas análises de médias e desvio padrão de diferentes regiões ao longo da costa do Brasil dos parâmetros de onda, com menores alturas de onda próximo ao equador e maiores em altas latitudes, na costa sul - sudeste do Brasil. Adicionalmente, foi aplicada a análise espectral aos dados das diferentes regiões da costa brasileira, para determinar as principais periodicidades de H_s e intensidade do vento. Para H_s , a análise mostrou que a principal componente é o sinal anual, de norte a sul na costa brasileira, no entanto foi encontrada também uma significativa periodicidade interanual próximo à região equatorial, que pode estar relacionada ao swell associado à temporada de ciclones do Atlântico Norte. Por fim, a análise de H_s , direção média de onda e vento em diferentes estações do ano ao longo da costa brasileira evidenciam a influência de diferentes feições atmosféricas, como a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e atividades ciclogênicas nos campos de onda.

Estimativa da MOC do Atlântico Sul a partir de dados de perfiladores Argo e de satélites altimétricos com auxílio de algoritmos de *Machine Learning*

Instituição: Universidade de São Paulo (USP)

Autores: Reno C. Vieira e Olga T. Sato

E-mail dos autores: renovieira@usp.br, olga.sato@usp.br

RESUMO

A interconexão entre as correntes de águas profundas e superficiais do oceano é conhecida como Circulação de Revolvimento Meridional (MOC, do inglês *Meridional Overturning Circulation*). Em escalas temporais longas, a MOC é responsável pelo transporte de água doce, calor e volume entre as regiões sul e norte do Atlântico, desempenhando um papel crucial no equilíbrio climático do nosso planeta. No entanto, o estudo detalhado da MOC, especialmente na região do Atlântico Sul, é um desafio devido à falta de dados precisos e à complexidade das interações oceânicas. Neste trabalho, foram utilizados 20 anos de dados provenientes de flutuadores Argo (2003 a 2022), que medem perfis de temperatura e salinidade, e dados de satélites altimétricos, que oferecem medidas da altura da superfície do mar (ASM) na região entre 32°S e 37°S ao longo da extensão zonal da bacia. A partir desses dados, diferentes algoritmos de *Machine Learning*, incluindo Regressão Linear, *Nearest Neighbors*, *Support Vector Regression*, *Gradient Boosting*, *Random Forests Regression* e Redes Neurais, foram comparados para a reconstrução de seções verticais mensais de temperatura e salinidade na latitude de 34,5°S a partir dos dados in situ e sua relação com a ASM. Posteriormente, essas seções são utilizadas para determinar o campo de altura dinâmica, possibilitando a obtenção do campo de velocidade geostrófica meridional ao longo da seção zonal. A hipótese central deste estudo reside na capacidade das flutuações na ASM em representar as variações internas do oceano, viabilizando o cálculo do volume transportado pela MOC referente à componente geostrófica. O principal objetivo é estimar o transporte do ramo superior da MOC na latitude 34,5°S no Atlântico Sul e analisar suas variações em diferentes escalas temporais. Os resultados esperados deste estudo nos permitirão quantificar as variações da MOC a partir de medidas remotas obtidas por satélites, proporcionando medidas contínuas do estado do oceano em escalas de longo termo e abrangência espacial sem precedentes.

Mudanças nos eventos extremos de ondas no Sudoeste do Oceano Atlântico Sul

Carolina B. Gramcianinov¹, Ricardo de Camargo^{*2}, Joanna Staneva¹, Pedro L. da Silva Dias²

¹ Institute for Coastal Systems - Analysis and Modeling, Helmholtz-Zentrum Hereon, Max-Planck-Straße 1, Geesthacht 21502, Germany.

² Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, Rua do Matão, 1226, 05508-090, São Paulo – SP, Brasil.

* autor responsável, ricamarg@usp.br

RESUMO

O sudoeste do Atlântico Sul (SWSA) tem enfrentado vários eventos extremos que causaram riscos costeiros e oceânicos associados a ondas altas. Nesse trabalho, apresentaremos as tendências climáticas das ondas extremas no SWSA utilizando abordagens baseadas em percentis e estatísticas de eventos para determinar os potenciais impactos costeiros. As alterações nas características dos eventos de ondas extremas foram avaliadas através de mapas de distribuição espacial e distribuições de densidade direcional. Os resultados mostram um aumento geral no 95^o. percentil da altura significativa da onda (H_s), principalmente nas porções norte e sul do domínio. Verificou-se um aumento geral da área afetada pelos eventos e do seu tempo de vida no verão austral. Em contrapartida, os eventos de inverno apresentaram intensidades máximas mais elevadas, que não foram homogêneas em todo o domínio. As mudanças na direção da energia das ondas afetaram a maioria dos locais analisados, mostrando um deslocamento para o sentido horário nos eventos de verão e uma grande dispersão direcional dos eventos no quadrante sul (SW - SE). Estas alterações estão relacionadas com o deslocamento para sul do ramo subtropical da faixa preferencial de ciclones extratropicais (*storm track*), refletindo o aumento da atividade ciclônica a 30°S (verão) e 45°S (inverno). Estes deslocamentos da *storm track* permitiram o desenvolvimento de grandes pistas de onda na extremidade sul do domínio, favorecendo a propagação de ondas longas.

Barreiras de interceptação para a proteção de ambientes costeiros contra o lixo flutuante – diagnóstico da hidrodinâmica e primeiros protótipos para o caso da Enseada do Fundão, Rio de Janeiro, RJ.

Instituição: COPPE / UFRJ

Autores: Rodrigo Hoerner, Gabriela Buraschi, Cintya Sakamoto, Raphaela Bertolotti, Marcos Gallo, Susana Vinzon, Diego Luiz, Virna Barbosa, Maria Eduarda Ebisawa.

E-mail dos autores: hoerner@oceanica.ufrj.br; gyburaschi@oceanica.ufrj.br; cintyakazue@oceanica.ufrj.br ; raphaelabertolotti@poli.ufrj.br ; marcosgallo@oceanica.ufrj.br ; dluizfon@gmail.com ; susana@oceanica.ufrj.br ; virna_vieira@id.uff.br ; mariaebisawa.g@gmail.com

RESUMO

A poluição plástica em ambientes costeiros representa uma ameaça tanto para os ecossistemas afetados quanto para as comunidades costeiras. Essas comunidades, frequentemente já em situação de vulnerabilidade socioeconômica, muitas vezes se veem sem as ferramentas necessárias para proteger os ecossistemas que também representam sua fonte de renda da acumulação de resíduos flutuantes. Nesse contexto, este artigo discute o desenvolvimento, implementação e monitoramento de um protótipo de barreira de interceptação de resíduos flutuantes, fundamentado no conceito de tecnologia social, na Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, Brasil. Inicialmente, para o desenvolvimento da solução, foi necessário a caracterização da circulação hidrodinâmica da região. Para isso, foram realizados perfis de corrente com ADCP 1200 kHz, principalmente na entrada da enseada, e alguns em seu interior, em diferentes condições de maré. Foram utilizados também derivadores e ADV para descrição das correntes superficiais, em áreas de interesse de menor profundidade. Para a construção dos protótipos de barreira, foram realizadas quinze oficinas com as comunidades costeiras locais para conceber e construir dois modelos de barreiras de interceptação. Essas barreiras visam interceptar resíduos flutuantes em ambientes de praia e manguezal, oferecendo uma solução econômica e sustentável que envolve diretamente e beneficia as comunidades locais. As barreiras, fabricadas com materiais reciclados e de baixo custo, foram projetadas para serem de fácil operação e manutenção pela comunidade local de pescadores artesanais. Elas são integradas a um projeto que visa gerar renda reintroduzindo plástico na cadeia de produção, fortalecendo, assim, a resiliência socioeconômica da comunidade. Até o momento, foram instalados 350 metros de barreiras de interceptação de resíduos flutuantes. O monitoramento dos protótipos é realizado com o uso de câmeras para avaliar os materiais, a presença de resíduos na coluna d'água e o comportamento das barreiras, bem como a medição de correntes na área e a implantação de derivadores para avaliar o comportamento das correntes e, conseqüentemente, o material flutuante em relação à barreira. São realizadas quantificações periódicas de resíduos em pontos de monitoramento em áreas protegidas para verificar a eficácia na interceptação de resíduos flutuantes, um total de 22 coletas que retornaram um montante de 235 kg de resíduos. Resultados iniciais apresentam feedback positivo sobre o comportamento dos resíduos flutuantes em relação às barreiras, bem como sobre a eficácia delas na proteção do ambiente costeiro monitorado. O lançamento dos derivadores retornaram resultados que indicam que a barreira não representa um impacto significativo no comportamento das correntes.

Sistema de Monitoramento de ondas voltado ao auxílio a previsão de ressacas (SISMOPRER) para a costa S/SE do Brasil

Instituição: Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG -USP) e Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Autores: Rodrigo Tecchio, Felipe Galdino, Danilo Couto de Souza, Matheus Bonjour Laviola da Silva e Ricardo de Camargo.

E-mail dos autores: rodrigotecchio@gmail.com, ocfgaldino@gmail.com, danilo.oceano@gmail.com, matheus.bonjour@usp.br, ricamarg@usp.br

RESUMO

As ressacas são fenômenos de sobrelevação do mar, que é ocasionado por forças astronômicas e meteoceanográficas, que somados à ação das ondas podem gerar riscos a navegação, com perda de vidas humanas, além de prejuízos à região costeira. Dessa forma, a capacidade de prevê-las é primordial para garantir a segurança da navegação, a salvaguarda da vida humana no mar, a engenharia costeira e o planejamento urbano. Atualmente, são utilizados os produtos gerados por modelos numéricos de previsão de ondas, na identificação desse fenômeno, permitindo que alertas sejam emitidos, mantendo a população que reside próximo às áreas atingidas e navegantes informados. Buscando complementar as ferramentas de auxílio a previsão de ressacas, novos produtos foram criados utilizando-se as rodadas do modelo de ondas WW3 do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) em associação com a climatologia gerada por reanálise do WAVERYS. Também foram criados produtos a partir do fluxo de energia das ondas, parâmetro esse considera altura significativa (H_s), período de pico (T_p), comprimento de onda (λ) e profundidade, sendo considerado por muitos estudos, o mais efetivo para se dimensionar a magnitude de uma ressaca. Pontos espaçados de aproximadamente 27MN foram criados ao longo da isobatimétrica de 100 metros, estendendo-se pela costa Sul/Sudeste brasileira, permitindo um melhor acompanhamento das condições oceanográficas pontualmente. Todas essas informações serão disponibilizadas em um site de domínio público (sismoprer.live) e buscando fomentar ainda mais a tomada de decisão de previsores, informações em tempo real da maré (SIMCosta e Praticagem) e dados meteoceanográficos coletados pelas boias do Programa Nacional de Boias (PNBOIA) serão comparados às previsões correspondentes, permitindo assim conclusões precisas. Essa abordagem integrada e colaborativa visa garantir a segurança costeira e marítima, fornecendo dados confiáveis para orientar as ações necessárias.

Caracterização de eventos extremos ocasionados por maré meteorológica e determinação da variação do nível médio do mar relativo e das componentes de maré na Baía de Guanabara para o período 1990 a 2021.

Instituição: Universidade de São Paulo e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Autores: Rodrigo Tecchio; Ricardo de Camargo e Everton Gomes dos Santos

E-mail dos autores: rodrigo.tecchio@gmail.com; everton.santos@ibge.br; ricamarg@usp.br

RESUMO

A Baía de Guanabara, localizada na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, é uma das maiores áreas urbanas costeiras do hemisfério sul e está sujeita a um intenso tráfego marítimo devido à presença de inúmeros portos. Estas instalações são afetadas por flutuações no nível do mar, influenciadas por forçantes atmosféricas e astronômicas, o que motiva a análise sinótica e climatológica, incluindo os fenômenos de marés meteorológicas e astronômicas. Este estudo tem como objetivo avaliar a evolução das componentes de maré e do Nível Médio do Mar (NMM) relativo, no período de 1990 a 2021, bem como investigar a influência atmosférica em eventos extremos de maré meteorológica. A análise foi dividida em duas partes. Na primeira, os dados de nível do mar (Ilha Fiscal-RJ), foram separados em séries mensais, sazonais, anuais e de 19 anos, e submetidos a uma Análise Harmônica. Para as componentes de maior amplitude, M_2 , S_2 , O_1 , M_4 , Q_1 , K_1 , K_2 e N_2 , e para o NMM determinou-se sua tendência anual. Para a análise dos padrões atmosféricos, composições sazonais foram geradas para os casos que o NMM ultrapassou ± 2 e ± 3 ($\pm 29,98\text{cm}$ e $\pm 44,97\text{cm}$) Desvios Padrão. Os resultados obtidos, mostram que apesar de pequena, as componentes de maré apresentaram tendências positivas de aumento na amplitude, sendo as maiores as componentes M_2 e S_2 , com 0,08 e 0,041 cm/ano. Em relação a fase, com exceção da componente Q_1 , todas apresentaram tendências negativas, sendo a componente de águas rasas M_4 , a maior com -0,340 graus/ano. Para o NMM relativo observou-se um acréscimo de 0,30 cm/ano, indicando mudanças temporais significativas e concordando com as estimativas das séries globais provenientes de satélites altímetros e previsões de modelos climáticos. A análise dos campos de pressão e vento permitiu identificar a variabilidade sazonal e o padrão de evolução dos sistemas atmosféricos associados aos eventos extremos. Dentre as estações do ano, outono e inverno apresentaram a maior ocorrência de extremos positivos tanto para os casos de +2 e +3DP, enquanto que inverno e primavera foram as estações com a maior quantidade de extremos negativos, também para -2 e -3DP. Para os casos de sobre-elevação do nível do mar, ventos muito intensos do quadrante SW, que se estendem pela costa S/SE, ocasionados pela presença de um centro de alta pressão sobre o continente e de centros de baixa pressão sobre o oceano ocasionam empilhamento de água. Já o rebaixamento do nível do mar é influenciado pela presença de um anticiclone sobre o oceano, que gera ventos do quadrante NE paralelos à costa do RJ, induzindo o transporte de Ekman e o rebaixamento do nível do mar. Portanto os eventos extremos de nível do mar na Baía de Guanabara não são desencadeados por forçantes locais, mas sim dependem da persistência temporal e da direção dos ventos ao longo da costa S/SE do Brasil. Essas descobertas têm implicações importantes para a compreensão e a previsão de eventos extremos na região, além de contribuírem para estratégias de adaptação e mitigação de impactos costeiros.

Estudo da variação do nível médio do mar relativo e caracterização de eventos extremos em Niterói-RJ no período de 1989 a 2021.

Instituição: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e Universidade de São Paulo

Autores: Everton Gomes dos Santos, Ricardo de Camargo e Rodrigo Tecchio

E-mail dos autores: everton.santos@ibge.br rodrigo.tecchio@gmail.com

RESUMO

A Zona Costeira sofre uma enorme pressão socioeconômica e ambiental, uma vez que inúmeros empreendimentos econômicos concentram-se nessa área e são responsáveis por 30% do Produto Interno Bruto nacional. Logo, é fundamental entender o comportamento do Nível do Mar (NM) e sua interação com agentes meteorológicos. No entanto, apenas poucos estudos nessa diretriz são desenvolvidos com direcionamento à costa brasileira e, especificamente, para o entorno da Baía de Guanabara, Estado do Rio de Janeiro. O estudo das séries maregráficas, nesse sentido, possibilita o entendimento do comportamento das tendências e da variação do NM de um determinado local. O objetivo desse trabalho é analisar aspectos da variação Nível Médio do Mar (NMM) relativo e caracterizar a ocorrência de eventos extremos na série do marégrafo de Ponta da Armação em Niterói-RJ no período de 1989 a 2021. Ademais, avaliar a evolução das componentes de maré e do NMM através de análise harmônica de séries anuais e de 19 anos e seus aspectos sazonais. A estratégia foi composta pelas seguintes etapas: executar a análise e o controle de qualidade de observações maregráficas e formar uma série horária única do NM para todo o período; realizar a quantificação dos eventos de maré meteorológica superiores e inferiores a ± 2 desvios padrão e ± 3 desvios padrão; gerar as componentes harmônicas para cada ano e para séries de 19 anos (totalizando 15 períodos) e realizar análises de tendências dos valores de Amplitude e Fase das principais componentes de maré (O1, K1, K2, M2, S2, M4, N2 e Q1). Os resultados mostraram que o NMM calculado por meio das médias mensais teve como valor relativo 2,283 m \pm 0,073 m para o período considerado. A tendência estimada da série foi de 3,01 \pm 0,43 mm/ano (95% intervalo de confiança). Em relação aos eventos extremos excedentes a ± 2 desvios padrão mostrou que o outono concentra a maior quantidade de eventos de sobre-elevação do NM (54,62%) seguido do inverno (34,63%) com maior ocorrência entre os anos de 2018 a 2021. O contrário é visto no inverno com 49,09% de rebaixamento seguido da primavera com 34,08%, os eventos mais acentuados aconteceram entre os anos de 1990 a 1995. Para os eventos excedentes a ± 3 desvios padrão, verificou-se eventos positivos no outono (66,20%) e negativos no inverno (44,33%). Em ambos os casos, a maré meteorológica medida ultrapassou $\pm 0,4$ m. A análise das componentes harmônicas mostrou tendência anual positiva para as amplitudes; já em relação à fase, as constantes K2, N2 e Q1 apresentam tendência positiva e as componentes M2 e S2 apresentaram as maiores tendências negativas. Nas séries de 19 anos, a maior tendência positiva para a amplitude é observada na M2 (0,090 cm/ano) e na S2 (0,049 cm/ano). As séries de 19 anos mostram, em sua maioria, tendências de amplitude mais acentuadas e positivas. Em relação à fase, estas séries também apresentam tendências mais acentuadas que as anuais. Esses resultados fornecem uma compreensão da dinâmica da variação do NMM, essenciais para o planejamento urbano, diante das mudanças climáticas.

Controle de qualidade na determinação da variação do nível médio do mar na Rede Maregráfica Permanente para Geodésia

Instituição: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Autores: Salomão Soares e Everton Gomes dos Santos

E-mail dos autores: salomao.soares@ibge.gov.br everton.santos@ibge.gov.br

RESUMO

A Rede Maregráfica Permanente para Geodésia (RMPG) atualmente possui seis Estações Maregráficas (EM) ativas e uma inativa, dotadas de sensores meteorológicos, duplicidade de sensores de nível d'água (radar e boia e contrapeso) e telemetria (GOES e GPRS). A finalidade da RMPG é realizar o acompanhamento da evolução temporal e espacial dos *Data* Verticais Brasileiros e suas relações com os demais níveis de referência utilizados na região costeira. O objetivo desse trabalho é avaliar um conjunto de critérios para controle de qualidade de observações da altura do nível do mar focado nos cálculos da variação do nível médio do mar (NMM) e na estimação da tendência nas séries referentes às EMs da RMPG. Os erros e as inconsistências apresentados nas observações de nível do mar podem ser originados por: falha de transmissão; picos provocados por ruído eletrônico; alteração da posição do sensor; enganchamento da corda do contrapeso e boia; objetos posicionados na linha do feixe do radar; entupimento do poço de tranquilização; e problemas de alimentação da EM. Em concordância com o que é preconizado no manual de qualidade da *Intergovernmental Oceanographic Commission* n. 83 e adaptações aplicadas, os principais procedimentos de controle de qualidade desenvolvidos e empregados na RMPG são: depuração das observações – utiliza-se o programa Maregraf; crítica das observações, identificando possíveis inconsistências e reformatação em arquivos com períodos anuais – realizados com o programa CRITNM – adicionalmente é feita a verificação e correção de “saltos” que ocorrem com a mudança da posição dos sensores (detectados no Teste de Van de Castele); processamento de dados horários e controle de qualidade geral, isto é, gerar os gráficos das observações e identificar a ocorrência valores discrepantes (erros grosseiros e/ou *outliers*), análise rigorosa das componentes harmônicas e dos resíduos anuais (diferenças entre a previsão e a observação) – realizado com o programa SLP64; filtragem das componentes de alta frequência das observações por meio da aplicação de filtro de 168 horas, bem como a preparação para a obtenção de dados sobre o NMM mensais e anuais, os quais são posteriormente organizados e analisados – utiliza-se programa SLPLAC para executar essa etapa. A determinação das tendências é executada utilizando a regressão linear simples aplicada às médias mensais do nível do mar. Depois de realizada a aplicação dos métodos supracitados obteve-se como resultados do nível médio do mar, na referência do sensor radar, e da tendência, respectivamente para cada estação: Imbituba - SC (2001-2020) 1,580 m e $5,10 \pm 0,90$ mm/ano; Macaé - RJ (2001-2015) 1,341 m e $4,9 \pm 1,20$ mm/ano; Salvador - BA (2004-2020) 7,284 m e $2,7 \pm 0,70$ mm/ano; Fortaleza - CE (2008-2020) 6,343 m e $1,3 \pm 0,40$ mm/ano; Santana - AP (2005-2020) 2,550 m e $2,9 \pm 4,20$ mm/ano. Não foi possível calcular os valores das tendências das EMs de Arraial do Cabo - RJ (2017-2020) e Belém - PA (2019-2020) uma vez que suas séries não possuem quantidade de observações suficientes para o cálculo logo, foram obtidos apenas os respectivos valores do NMM para a referência do sensor radar, isto é, 1,780 m e 3,603 m.

VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA HIDRODINÂMICA NA PLATAFORMA CONTINENTAL AMAZÔNICA

Instituição: Universidade Federal do Pará (UFPA - campus Salinópolis)

Autores: Savio Jeliel *1 , Martinho Marta-Almeida 2 , Camilo Guerrero-Martin 3 , Pedro de Freitas

4 E-mail dos autores: savio.melres@salinopolis.ufpa.br, m.martalmeida@gmail.com,

camilo.guerrero@ufrj.br, pedropaulof@ufpa.br

RESUMO

A Plataforma Continental Amazônica (PCA) apresenta hidrodinâmica modulada pela maré, ventos e descarga fluvial. A PCA apresenta regime de macro-maré semidiurno responsável por forçar correntes com intensidade de até 2 m s^{-1} . A Zona de Convergência Intertropical, por sua vez, é uma importante feição atmosférica da região, caracterizada como área de convergência dos ventos alísios e sua migração meridional sazonal influencia a variabilidade temporal da hidrodinâmica da região, modulando intensidade das correntes na plataforma continental e a magnitude da vazão do Rio Amazonas. (Geyer et al, 1996). Apesar das importantes contribuições científicas na área de estudo, ainda existem lacunas no conhecimento acerca da hidrodinâmica da PCA. O objetivo deste trabalho é caracterizar a variabilidade espaço-temporal da estrutura termo-halina e da altura da maré ao longo da PCA. Este estudo é baseado nos dados de temperatura e salinidade do ARMOR3D na área entre -55°W – 30°W , -6°S , 6°N para o período entre 2000 a 2020, obtidos na plataforma Copernicus (https://data.marine.copernicus.eu/product/MULTIOBS_GLO_PHY_TSUV_3D_MYNRT_015_012/description). Além disso foram utilizadas 3 séries temporais de nível do mar localizadas no Maranhão, Pará e Amapá para caracterização da maré na costa. A PCA foi dividida em 3 setores: Maranhão, Pará e Amapá. A isóbata de 90 metros foi considerada como critério de limite externo da plataforma continental. Foram calculados perfis verticais médios de temperatura e salinidade para as quatro estações (austral) do ano. As séries de nível do mar foram submetidas a análise harmônica de maré. A maior estratificação foi observada nos setores do Pará e Amapá, enquanto o Maranhão apresenta uma coluna de água mais misturada. A análise temporal mostra que a maior estratificação da PCA é observada durante o verão e outono, em razão da maior vazão do rio Amazonas. O regime de maré no setor da plataforma do Maranhão apresenta características de macro-maré durante 55% do tempo e de meso-maré durante 45% do tempo, com altura máxima de 6 m. A plataforma do Pará apresenta regime de meso-maré durante 61% do tempo, e de macro-maré (35%) e de micro-maré (4%) no restante do tempo, com altura máxima de 5 metros. Na plataforma do Amapá, a amplitude da maré é menor e o regime é de meso-maré (54%) e micro-maré (46%), com altura máxima de 2,5m. Esse trabalho é parte de um projeto de estudo da variabilidade hidrodinâmica da PCA, desenvolvido no campus de Salinópolis da UFPA e financiado pelo CNPq (processo 562406506/2022-1). Uma modelagem de resolução espacial ($1/24^\circ$) com o modelo ROMS está sendo implementada na região para futuros estudos. Análises prévias indicam que o modelo capturar a variabilidade da região. (Alessandro L. Aguiar et al, 2022).

Cálculo da Força da AMOC no Atlântico Sul de 1958 a 2016 com a utilização de modelos de circulação geral dos oceanos

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande - FURG

Autores: Sophia Buss Raffi, José Luiz Lima de Azevedo, Leopoldo Rota de Oliveira, André Lopes Brum

E-mail dos autores: sophia.b.raffi@gmail.com; zeluiz.azevedo@gmail.com; leopoldorota@yahoo.com.br; andre_brum2003@yahoo.com.br.

RESUMO

A Circulação de Revolvimento Meridional do Atlântico (AMOC) possui um papel fundamental no sistema climático global por desempenhar a função de transportar e redistribuir calor e carbono nessa bacia oceânica. A AMOC consiste em um ramo superior que transporta águas oriundas da Corrente das Agulhas através do oceano Atlântico Sul até atingir o Atlântico Norte, e um ramo inferior que transporta a Água Profunda do Atlântico Norte em direção ao oceano Austral. O Sexto Relatório do IPCC aponta que o transporte da AMOC está enfraquecendo em todos os cenários futuros simulados numericamente. Esse enfraquecimento poderá trazer consequências globais, tais como: o resfriamento do Atlântico Norte e, conseqüentemente, da Europa; o deslocamento para sul da Zona de Convergência Intertropical; e modificações na rota de tempestades do Atlântico Norte. A dinâmica da AMOC pode ser analisada pela utilização de saídas de Modelos de Circulação Geral dos Oceanos, tendo em vista as suas capacidades de representar a circulação oceânica em diferentes escalas temporais e espaciais. Assim, este estudo investiga a variabilidade da força da AMOC no Atlântico Sul no período entre 1958 e 2016, utilizando médias mensais dos dados de velocidade meridional oriundos dos modelos OFES e OFES2. Para esse propósito, foi selecionado um transecto zonal em 34,5°S, que se estende desde a costa da América do Sul até a costa da África, abrangendo toda a coluna de água, onde foi calculado o transporte meridional. O máximo transporte acumulado em direção ao norte, tipicamente nos primeiros 1.000 m de profundidade, é considerado como a “força” da AMOC. Assim, foram selecionadas séries temporais com os dados mensais para analisar a variabilidade da força da AMOC. O modelo OFES apresentou uma força média da AMOC de $13,66 \pm 3,90$ Sv, enquanto sua segunda versão, o OFES2, apresentou uma força média de $15,20 \pm 3,95$ Sv. Serão realizadas análises estatísticas adicionais para aprofundar a compreensão dos resultados alcançados e obter a variabilidade da AMOC nesse período. É importante destacar que ambos os modelos demonstraram uma concordância notável com as observações da força da AMOC entre o período de 2013 a 2016. De acordo com os dados observacionais abrangendo o período de 2013 a 2017, a média da força da AMOC a 34,5°S foi estimada em $17,30 \pm 5,00$ Sv, enquanto os modelos OFES e OFES2 apresentaram médias de $14,99 \pm 3,34$ Sv e $18,16 \pm 2,32$ Sv, respectivamente. Até o momento, foi possível observar uma provável tendência positiva da força da AMOC oriundas das saídas numéricas fornecidas pelo OFES2 ao longo dos 58 anos estudados, sugerindo um fortalecimento da AMOC. Apesar disso, pode-se notar que ambos os modelos mostraram ser ferramentas valiosas para essa investigação, tendo potencial de fornecer informações importantes e significativas para o avanço deste estudo.

Análise preliminar do desempenho dos modelos atmosféricos do Centro de Hidrografia da Marinha

Instituição: Divisão de Previsão Numérica do Centro de Hidrografia da Marinha

Autores: Tatyane Chaves da Silva Sousa, Kaio Calmon Lacerda, Thainá Castro, Victor Vinicius Araujo Ferreira e Ana Carolina Rosas Reis

E-mail dos autores: tatyanecss@gmail.com ; acarol.meteoro@gmail.com

RESUMO

A Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), por meio do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), é responsável pelo monitoramento e previsão de variáveis meteoceanográficas dentro da área marítima de sua responsabilidade, conhecida como METAREA V. A fim de manter o alto padrão das previsões realizadas, a Divisão de Previsão Numérica (DPN), realiza validações entre seus modelos numéricos e dados observados. Uma dessas comparações é a realizada entre os modelos atmosféricos ICONLAM, com resolução espacial de 6,5 Km, e WRF, com resolução espacial de 10 Km, e o escaterômetro avançado (ASCAT), a fim de verificar a acurácia das previsões da componente zonal do vento a 10 m sobre a superfície oceânica. Durante as passagens do ASCAT sobre a METAREA V, foram comparadas as previsões realizadas 12h, 24h e 36h antes da passagem, em r das de 00Z e 12Z. Para uma compreensão mais abrangente, foram calculadas as diferenças máximas e mínimas da componente zonal do vento a 10m, o desvio padrão e o viés em cada comparação. A fim de facilitar a visualização dos resultados, o desvio padrão de cada comparação foi plotado, indicando o quanto cada modelo atmosférico tende a superestimar ou subestimar a variável naquele instante de tempo. As análises preliminares revelaram padrões distintos. Na região Sul Oceânica e áreas adjacentes à esquerda, o ICONLAM demonstrou uma tendência consistente de subestimar o vento a 10 m, mesmo durante a passagem de sistemas meteorológicos, apresentando previsões com uma média de 5 nós a menos do que as observações reais. Por outro lado, o WRF tendeu a superestimar as previsões nessa área, chegando a um excesso de aproximadamente 10 nós. Ao considerar o norte da região Norte Oceânica e áreas adjacentes à esquerda, ambos os modelos exibiram uma propensão similar para superestimar o vento a 10 m, com erros de previsão alcançando até 10 nós. Esses resultados fornecem uma visão valiosa das características distintas de desempenho dos modelos em diferentes regiões da METAREA V, contribuindo para aprimoramentos contínuos na precisão das previsões e, conseqüentemente, fortalecendo a eficácia do CHM no fornecimento de informações meteorológicas cruciais para a navegação e a segurança marítima.

Fluxos de propriedades entre a plataforma continental e o talude na Bacia de Santos

Instituição: Laboratório de Oceanografia Física - LOF/COPPE da UFRJ.

Autores: Tayanne Pires Ferreira, Ana Carine Resende Lara, Mariela Gabioux, Afonso de Moraes Paiva E-mail dos autores: tayannepires.ufc@oceanica.ufrj.br; anacarinelara@gmail.com; marie-la@oceanica.ufrj.br; afonso@oceanica.ufrj.br

RESUMO

Os processos oceanográficos que ocorrem na Bacia de Santos, ao longo da plataforma e do talude continental, dão origem a trocas significativas de propriedades físicas e biogeoquímicas entre estas regiões e o oceano profundo, em diversas escalas espaço-temporais. A maior parte dos trabalhos publicados sobre esses fluxos baseiam-se em medições pontuais de nitrogênio inorgânico, carbono e outras propriedades biogeoquímicas, sendo esta abordagem limitada, do ponto de vista espacial, ao local de amostragem e do ponto de vista temporal, ao período de coleta. No presente estudo, estes fluxos são investigados no âmbito da modelagem numérica acoplada físico-biogeoquímica, com o objetivo de caracterizar seu padrão espaço-temporal e avaliar a importância dos processos físicos associados. O módulo hidrodinâmico deste acoplamento é o modelo HYCOM - Hybrid Coordinate Ocean Model e o módulo biogeoquímico um modelo tipo NPZD, que modela os primeiros níveis tróficos de um ecossistema, considerando Nitrogênio (N), Fitoplâncton (P), Zooplâncton (Z) e Detritos (D). A configuração de modelagem é semelhante a utilizada na geração de uma reanálise de longo período (LSE24) no escopo do Projeto REMO e de um sistema de previsão de correntes de curto período (LSE36) desenvolvido e mantido pelo Laboratório de Oceanografia Física - LOF/COPPE. Simulações foram realizadas em um domínio que compreende as regiões leste e sudeste brasileira, com resolução espacial de $1,36^\circ$ (~2 a 2,5 km) e para o período de 2006 a 2015. Fluxos de volume e de nitrogênio inorgânico dissolvido (NID) e nitrogênio orgânico particulado (NOP) foram integrados ao longo da quebra de plataforma, na Bacia de Santos, e diferentes áreas de importação e exportação foram definidas. Fluxos de NID apresentam maior variabilidade nas camadas inferiores da coluna d'água, distribuída em duas bandas principais: frequências entre 0,1 e 0,2 cpd, associadas à ação dos ventos e à dinâmica de Ekman, e frequências maiores que 0,04 cpd, associadas a processos de meso escala da Corrente do Brasil. Fluxos de NOP são mais intensos nos primeiros 50 m da coluna d'água e refletem principalmente a variabilidade da corrente.

Comportamento e Defasagem da Maré Astronômica no Golfão Maranhense – Brasil

Instituição: Universidade Federal do Maranhão - UFMA

Autores: Tayssa Rauanny Silva Jansen; Cláudia Klose Parise; João Luiz Baptista de Carvalho;

E-mail dos autores: tayssa.jansen@discente.ufma.br; claudia.parise@ufma.br; jlb.carvalho@ufma.br

RESUMO

O estado do Maranhão destaca-se globalmente devido às maiores variações de maré astronômica registradas, sendo considerado um dos locais de maior amplitude de maré no Brasil. Um levantamento bibliográfico identificou 11 estudos relacionados a essa região, sendo que as pesquisas têm se concentrado principalmente na modelagem numérica hidrodinâmica. Essa abordagem tem como objetivo reproduzir a circulação oceânica resultante das variações de maré e caracterizar e simular as condições oceanográficas, com foco especial na Baía de São Marcos, que abriga o maior complexo portuário da América Latina. No entanto, é importante ressaltar que existe uma significativa lacuna no conhecimento devido à falta de estudos recentes que analisem o comportamento das componentes harmônicas na região conhecida como Golfão Maranhense. Poucos estudos foram direcionados para monitorar ou analisar dados medidos relacionados à maré nessa área, dito isto nenhum estudo recente avaliou o comportamento das componentes harmônicas no Golfão Maranhense. Desta forma o estudo propõe revisar as bases de dados de maré existentes, suas coberturas temporais e espaciais e suas defasagens de fase e período em relação ao marégrafo do SiMCosta, de modo a traçar um modelo de propagação da onda de maré na orla oceânica da Ilha do Maranhão. As análises harmônicas foram feitas através da ferramenta *t_tide* no software Matlab (Licença acadêmica 40981746 versão R2022b). Constantes harmônicas de maré astronômica de São José de Ribamar (SJR) e do Porto do Itaqui (ITA) foram analisadas com o objetivo de caracterizar as suas amplitudes e fases entre a Baía de São José e a Baía de São Marcos. O nível do mar em SJR foi monitorado com marégrafo do SiMCosta que utiliza a tecnologia de radar de microondas, autônomas, com capacidade telemétrica e integrado a um conjunto de instrumentos meteo-oceanográficos do período de 12 maio a 18 julho de 2022. A partir deste monitoramento, um total de 22 constantes harmônicas foram obtidas para a região de SJR. A análise aplicada aos dados de maré do ITA, fornecidos pela Diretoria de Hidrografia e Navegação, mostrou o total de 19 constantes. Este estudo pode caracterizar o regime de maré na Baía de São José como do tipo semidiurna, com Número de Forma (F) de 0,088 para SJR e 0,080 para ITA. A defasagem de fase da onda de maré entre a Baía de São José (cais de SJR) e a Baía de São Marcos (cais do Porto do Itaqui - ITA) é de 36 min para a M_2 . Para compreender a atenuação/amplificação e a defasagem entre as constantes harmônicas entre 2 pontos, no caso P1 (São José de Ribamar) e P2 (Porto de Itaqui), foram comparadas as suas amplitudes e fases obtidas da análise harmônica. Para as componentes semidiurnas (M_2 e S_2), a amplitude é maior (da ordem de 27,58 cm) na Baía de São Marcos do que na de São José. Para a M_2 , a diferença de fase é de 15,73 min enquanto que para a S_2 a defasagem de fase é de 36,52 min.

AVALIAÇÃO DA CALIBRAÇÃO DE SENSOR DE TURBIDEZ SOB INFLUÊNCIA DAS CARACTERÍSTICAS DOS SEDIMENTOS

Instituição: Programa de Engenharia Oceânica/COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro
Autores: Thais Rodrigues; Thiago Fagundes Leão; Matheus Andrade; Marcelo Di Lello, Gustavo Vaz de Melo; Susana Beatriz Vinzón; Marcos Nicolás Gallo; Renato Ghisolfi
E-mail dos autores: thiagofleao@oceanica.ufrj.br; d.thais.fr@gmail.com; matheus.andrade@rrdm.net.br ; dilello@oceanica.ufrj.br; gustavoocn@oceanica.ufrj.br; susana@oceanica.ufrj.br; marcosgallo@oceanica.ufrj.br; gringoghisolfi@rrdm.net.br

RESUMO

A dinâmica de sedimentos na plataforma continental do Espírito Santo, adjacente ao Rio Doce, é influenciada pela ação das ondas, correntes de vento e maré, além da vazão do rio. O Rio Doce é um importante contribuinte de sedimentos finos para a região que, uma vez depositados na plataforma continental, experimenta ciclos de deposição e ressuspensão, sendo transportados para outras regiões costeiras. Em vista do acidente ocorrido na bacia de drenagem do Rio Doce, com o rompimento da barragem de Mariana, está sendo conduzido um Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática - Fundação Espírito-Santense de Tecnologia (PMBA-FEST) no intuito de avaliar as modificações e impactos causados pela entrada de uma diversidade de elementos poluentes no meio ambiente. Diversas campanhas de amostragens e simulações numéricas estão sendo conduzidas para entender o transporte do sedimento em suspensão, que apresentam alta afinidade com os poluentes. As medidas de concentração dos sedimentos em suspensão in situ são realizadas de forma indireta a partir de sensores de turbidez que fazem uso das características do retroespalhamento óptico. Para conhecer os valores da concentração é necessário que se faça uma calibração precisa entre as variáveis associadas para cada sensor em campo ou laboratório, que implica numa relação entre a concentração do sedimento em suspensão e os valores de turbidez associados (NTU). Portanto, é objetivo deste trabalho apresentar a diferença de calibração em laboratório entre diferentes amostras de sedimentos da plataforma continental próximo a desembocadura do Rio Doce. O ensaio foi conduzido no laboratório em um tanque d'água com pá rotativa que garantia a mistura homogênea do sedimento fino na coluna d'água com amostras de sedimento de fundo coletados nos fundeios. No interior do tanque foi fixado o turbidímetro integrado a um datalogger SBE Hydrocat, idêntico ao utilizado em campo. O experimento consistiu em adicionar gradualmente quantidades conhecidas do sedimento no tanque com água, intercalado por medições com o turbidímetro (indiretas) e coleta de amostras(em triplicata) da água para a obtenção da concentração do sedimento em suspensão pelo método gravimétrico (direto). As duas amostras utilizadas apresentaram tamanhos medianos de 20 e 66 micrômetros e conteúdo de lama 79% e 43%, respectivamente. O procedimento foi repetido ultrapassando os valores de saturação do equipamento (acima de 10 g/l) gerando uma curva-chave de turbidez. A calibração das amostras apresentou diferenças na inclinação da curva assim como nos valores de saturação. A amostra 1, com maior conteúdo de finos (lama), apresentou maiores valores de NTU para os mesmos valores de CSS analisados na amostra 2, com maior conteúdo de areia. Os valores de saturação também diferiram entre as amostras, com a amostra 1, apresentando saturação em 480 NTU (3 g/l) e a amostra 2, 630 NTU (10 g/l). Entretanto, durante eventos de ressuspensão por ondas, os valores medidos em campo de turbidez próximo ao fundo, mostraram valores que ultrapassaram 1000 NTU, ultrapassando os valores obtidos nos ensaios. Assim,

os experimentos mostram a importância de uma calibração minuciosa em laboratório e incorporação de dados in situ para melhor descrever os fenômenos envolvidos.

Avaliação da recorrência da pluma de baixa salinidade proveniente do Rio Doce sobre a Plataforma continental do Espírito Santo a partir de resultados de simulações numéricas (ROMS).

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo

Autores: Thiago Campos Carlos, Sabrina Aparecida Ramos da Fonseca, Gabriela Corrêa

Brasileiro, Tayná Rosa Martins Paiva, Juca Damásio, Guilherme Nogueira Mill, Júlia

Tavares Salviato, Rafael Afonso do Nascimento Reis, Renato David Ghisolfi.

E-mail dos autores: thiago.carlos@edu.ufes.br, sabrinaarf@gmail.com, gabrielacbrasileiro@gmail.com, taynarmartins@gmail.com, juca.damasio98@gmail.com, guilhermemill@gmail.com, jtsalviato@gmail.com, rafael_cgb@hotmail.com, renato.ghisolfi@ufes.br

RESUMO

Após o rompimento da barragem de Fundão (MG) em 2015, rejeitos de mineração atingiram a bacia hidrográfica do Rio Doce (RD) e contaminaram mais de 650 km do curso do rio, alcançando à sua foz e a Plataforma Continental do Espírito Santo (PCES). Como a dispersão dos materiais dissolvidos e particulados associados a descarga do RD no ambiente marinho pode ser relacionado ao espalhamento da pluma fluvial de baixa salinidade ($Sa \leq 35$), o presente estudo determinou as áreas de abrangência desta pluma na PCES. Para essa finalidade, foram analisados resultados de simulações numéricas semi-idealizadas geradas com o ROMS (Regional Ocean Modeling System) no Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática da Fundação Espírito-Santense de Tecnologia (PMBA/Fest), onde foram considerados valores constantes de Temperatura (26°C) e Salinidade (0) para a vazão do RD. As áreas de abrangência da pluma de baixasalinidade foram definidas pela recorrência de $Sa \leq 35$ superior a 10% para cada Período Chuvoso (PC), compreendido entre outubro e março dos anos de 2018 a 2022 (Anos 1 a 4). Outrossim, foram analisados dados de correntes medidos em 4 estações fixas localizadas na PCES (PMBA/Fest), e dados de ventos do ERA5 (European Center for Medium-Range Weather Forecasts). Os resultados mostraram que a área de recorrência da pluma foi maior no PC do ano 4, seguida do PC do ano 2, PC do ano 3 e PC do ano 1. A mesma classificação pode ser observada quanto aos volumes de água doce aportados na PCES pelo RD. Entretanto, não existe uma relação proporcional entre a diferença interanual das áreas e dos volumes aportados. Nessa perspectiva, as condições meteoceanográficas e a frequência dos eventos de alto fluxo e inundação da vazão do RD são de extrema importância na determinação do alcance da pluma no ambiente marinho. Exemplificando a relevância desses parâmetros, a recorrência de valores de $Sa \leq 35$ atingiu ~69 km ao sul da foz do RD durante o PC do ano 4, devido a predominância de ventos N-NE, e de correntes para S. Por outro lado, o maior alcance da recorrência de valores de $Sa \leq 35$ ao norte da desembocadura do RD (~128 km) ocorreu durante o PC do Ano 2, devido as frequentes inversões dos ventos para S-SO (correntes N-NE), resultando em uma maior ocorrência da pluma ao norte da foz junto à costa.

Título do Trabalho: Manguezais sob vigilância: impactos do lixo flutuante via monitoramento remoto

Instituição: Programa de Engenharia Oceânica/COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro
Autores: Thiago Fagundes Leão; Maria Eduarda Piumbini; Gustavo Vaz de Melo; Jean-David Caprace; Susana Beatriz Vinzón

E-mail dos autores: thiagofleao@oceanica.ufrj.br; duda.piumbini@poli.ufrj.br; gustavoocn@oceanica.ufrj.br; jdcaprace@oceanica.ufrj.br; susana@oceanica.ufrj.br.

RESUMO

Regiões de manguezal são reconhecidas por sua importância socioeconômica e ecológica, principalmente por gerar condições favoráveis de alimentação, reprodução e proteção para muitas espécies marinhas. Entretanto, apesar da crescente conscientização, os manguezais têm sofrido cada vez mais com atividades de descarga de efluentes não tratados, aterramentos, desmatamentos e ocupação inadequada. O estudo dessas regiões é de extrema importância para o entendimento da sua dinâmica e fatores que influenciam e modificam sua preservação, proporcionando um mecanismo de análise e gestão ambiental. Dessa forma, análises de imagens de câmeras são de suma importância para estudos de monitoramento e avaliação ambiental nesse ecossistema, pois são formas eficientes e ágeis para a caracterização dele pela facilidade na aquisição e manipulação de dados. Além de atualizações constantes das áreas analisadas, também é obtida uma avaliação espaço-temporal desse ambiente. Nesta pesquisa, foi delimitado em um trecho da Enseada de Bom Jesus, uma área de 240 m², cercada por 46 metros de ecobarreiras flutuantes, feitas de garrafa PET e telas geossintéticas, para impedir a entrada de lixo. Além disso, foi instalada uma câmera de 1080fp/ 30FPS em pontos estratégicos do manguezal com intuito de monitorar a eficiência da barreira e a evolução da área cercada. As imagens analisadas contemplam: (a) uma parcela de referência no mangue (julho e agosto/22; abril/23) em ponto fixo superior, indicando a movimentação do lixo flutuante, quantidade de tocas, serrapilheira e mudas de vegetação; (b) flutuabilidade da ecobarreira, em instantes de maré distintos e a obstrução do resíduo; (c) os canais de inundação da maré no local, indicando os trechos preferenciais de enchente e vazante. Para análise da cobertura de mudas e tocas na parcela fixa, foi utilizado o software ImageJ 1.38x para calibração e comparação das imagens, e também foram documentados os diferentes instantes de maré observados. A análise das imagens confirmou a eficiência da flutuabilidade da barreira quanto à obstrução do lixo na enchente e na vazante, bem como a preservação dos caranguejos e tocas no local da instalação; e um aumento em 100% na cobertura vegetal da área monitorada, com um aumento visual no número e tamanho de tocas (agosto/22 X abril/23). Nesta pesquisa, espera-se utilizar a Inteligência Artificial (IA), uma importante ferramenta de deep learning para monitoramento de poluição, em algoritmos treinados de detecção de objetos para identificar caranguejos, plântulas, tocas, lixo e serrapilheira, facilitando o acompanhamento da evolução da área estudada. Além disso, planeja-se a instalação de mais câmeras em novas parcelas próximas ao corpo hídrico, permitindo monitoramento mais abrangente do sistema de manguezal e influência das ecobarreiras. Esse estudo compreende um dos eixos de atuação do Projeto Orla sem Lixo, que tem como objetivo planejar, implementar, testar e monitorar soluções integradas para o gerenciamento dos resíduos sólidos flutuantes no entorno Ilha do Fundão, Cidade Universitária da UFRJ, Rio de Janeiro, com um processo replicável, que dialogue e envolva a comunidade local, seja efetivo e de baixo custo, transformando resíduos sólidos em recursos e garantindo a sustentabilidade econômica e ambiental da atividade.

Manguezais sob vigilância: impactos do lixo flutuante via monitoramento remoto
Instituição: Programa de Engenharia Oceânica/COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro

Autores: Thiago Fagundes Leão; Maria Eduarda Piumbini; Gustavo Vaz de Melo; Jean-David Caprace; Susana Beatriz Vinzón

E-mail dos autores: thiagofleao@oceanica.ufrj.br; duda.piumbini@poli.ufrj.br; gustavoocn@oceanica.ufrj.br; jdcaprace@oceanica.ufrj.br; susana@oceanica.ufrj.br.

RESUMO

Regiões de manguezal são reconhecidas por sua importância socioeconômica e ecológica, principalmente por gerar condições favoráveis de alimentação, reprodução e proteção para muitas espécies marinhas. Entretanto, apesar da crescente conscientização, os manguezais têm sofrido cada vez mais com atividades de descarga de efluentes não tratados, aterramentos, desmatamentos e ocupação inadequada. O estudo dessas regiões é de extrema importância para o entendimento da sua dinâmica e fatores que influenciam e modificam sua preservação, proporcionando um mecanismo de análise e gestão ambiental. Dessa forma, análises de imagens de câmeras são de suma importância para estudos de monitoramento e avaliação ambiental nesse ecossistema, pois são formas eficientes e ágeis para a caracterização dele pela facilidade na aquisição e manipulação de dados. Além de atualizações constantes das áreas analisadas, também é obtida uma avaliação espaço-temporal desse ambiente. Nesta pesquisa, foi delimitado em um trecho da Enseada de Bom Jesus, uma área de 240 m², cercada por 46 metros de ecobarreiras flutuantes, feitas de garrafa PET e telas geossintéticas, para impedir a entrada de lixo. Além disso, foi instalada uma câmera de 1080fp/ 30FPS em pontos estratégicos do manguezal com intuito de monitorar a eficiência da barreira e a evolução da área cercada. As imagens analisadas contemplam: (a) uma parcela de referência no mangue (julho e agosto/22; abril/23) em ponto fixo superior, indicando a movimentação do lixo flutuante, quantidade de tocas, serrapilheira e mudas de vegetação; (b) flutuabilidade da ecobarreira, em instantes de maré distintos e a obstrução do resíduo; (c) os canais de inundação da maré no local, indicando os trechos preferenciais de enchente e vazante. Para análise da cobertura de mudas e tocas na parcela fixa, foi utilizado o software ImageJ 1.38x para calibração e comparação das imagens, e também foram documentados os diferentes instantes de maré observados. A análise das imagens confirmou a eficiência da flutuabilidade da barreira quanto à obstrução do lixo na enchente e na vazante, bem como a preservação dos caranguejos e tocas no local da instalação; e um aumento em 100% na cobertura vegetal da área monitorada, com um aumento visual no número e tamanho de tocas (agosto/22 X abril/23). Nesta pesquisa, espera-se utilizar a Inteligência Artificial (IA), uma importante ferramenta de deep learning para monitoramento de poluição, em algoritmos treinados de detecção de objetos para identificar caranguejos, plântulas, tocas, lixo e serrapilheira, facilitando o acompanhamento da evolução da área estudada. Além disso, planeja-se a instalação de mais câmeras em novas parcelas próximas ao corpo hídrico, permitindo monitoramento mais abrangente do sistema de manguezal e influência das ecobarreiras. Esse estudo compreende um dos eixos de atuação do Projeto Orla sem Lixo, que tem como objetivo planejar, implementar, testar e monitorar soluções integradas para o gerenciamento dos resíduos sólidos flutuantes no entorno Ilha do Fundão, Cidade Universitária da UFRJ, Rio de Janeiro, com um processo replicável, que dialogue e envolva a comunidade local, seja efetivo e de baixo custo, transformando resíduos sólidos em recursos e garantindo a sustentabilidade econômica e ambiental da atividade.

Predição e caracterização de vórtices propagantes para oeste no Atlântico Sul através de aprendizado de máquina

Instituição: Universidade Federal de São Paulo

Autores: Victória Marchetto Tavares, Wandrey B. Watanabe, André L. V. Pereira, Lucas R. De Pretto

E-mail dos autores: vmtavares@unifesp.br, wandrey.watanabe@unifesp.br, andre.vizine@unifesp.br, lucas.de.pretto@gmail.com

RESUMO

Os vórtices oceânicos de mesoescala são estruturas presentes em toda extensão oceânica, definidos por padrões espiralados com escala superior à do raio de deformação de Rossby. A identificação e caracterização dessas estruturas torna-se primordial devido o transporte de propriedades biológicas e físicas da água, exercendo influência marcante na dinâmica marinha e, em uma escala climatológica mais ampla, na absorção atmosférica de carbono. Além disso, tais vórtices interagem significativamente com a atmosfera superior através de trocas de calor no sistema oceano-atmosfera. Em razão da importância física, bioquímica e atmosférica dos vórtices, este trabalho tem como objetivo estimar a velocidade de deslocamento das feições observadas em dados altímetros e prever sua propagação através de métodos de aprendizado de máquinas. Neste estudo metodológico, foram adquiridos dados de multi-satélites referentes à anomalia da altura da superfície do mar e propriedades derivadas para o Atlântico Sul Subtropical, fornecidos pelo Copernicus Marine Services. Com isso, empregou-se o algoritmo de Farneback, do pacote OpenCV, para a determinação do fluxo óptico, permitindo a identificação dos vetores de deslocamento e a previsão da presença de anomalias que caracterizam vórtices, bem como a estimativa da direção e velocidade de propagação dessas estruturas. Este algoritmo foi aplicado em uma série temporal de 03 meses, com um intervalo temporal de sete dias, para melhor estimar a propagação. Como resultado, foram produzidas previsões que representam a evolução temporal das feições. Ao comparar tais previsões com as imagens originais adquiridas por satélites para os mesmos tempos, observou-se índices de similaridade estrutural entre 0,80 e 0,96. Em etapas futuras do trabalho, o algoritmo será aplicado para uma série temporal de 10 anos, a fim de estabelecer melhor os índices de similaridade estrutural, e a velocidade de propagação das feições será comparada com os dados de velocidade geostrófica, permitindo gerar estimativas sobre a linearidade dos vórtices que se movem para oeste na região subtropical do Atlântico Sul.

Estimativas da Barotropicidade da Corrente do Brasil na Bacia de Santos

Instituição: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo

Autores: Victor Schneider Gabel, André Palóczy Filho e Ilson Carlos Almeida da Silveira

E-mail dos autores: victor.gabel@usp.br, apaloczy@ucsd.edu e ilson.silveira@usp.br

RESUMO

A Corrente do Brasil (CB) é a principal corrente da costa sudeste brasileira, fazendo parte de um sistema baroclínico que também inclui a Corrente de Contorno Intermediária (CCI). Este sistema se estende através de toda a Bacia de Santos. A região já foi alvo de diversos estudos, tanto para compreender a origem de seus vórtices e meandros quanto para estudar o seu caráter baroclínico. A geração dos fenômenos citados pode ser explicada pela súbita mudança de orientação da costa na região de Cabo Frio, enquanto que a baroclinicidade do sistema foi estimada, em diversos estudos, entre 75 e 80% na região entre 21°S e 26°S. Perfilagens com *Acoustic Doppler Current Profiler* (ADCP) são comuns no Brasil a partir do ano 2000, contudo, para obter a componente barotrópica (BT) são necessários dados de toda coluna d'água. Perfilagens utilizando *Lowered-ADCP* (LADCP), que possui esta capacidade, foram realizadas pelo Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo e correspondem a pouco mais de uma dúzia de radiais hidrocorrentográficas. Os objetivos deste trabalho são então definidos como: (i) desenvolver uma técnica para obter a BT a partir de dados de topografia dinâmica absoluta, obtidos por sensoriamento remoto, e dados de modelagem numérica; e (ii) estimar a barotropicidade do sistema na Bacia de Santos. As componentes baroclínicas (BCs) dos dados de modelagem, do LADCP e do Método Dinâmico foram extraídas e utilizadas para validação do método. Considerando o LADCP como o conjunto-verdade, observamos então que (i) o conjunto da BT da altimetria com a BC da modelagem obteve a maior proximidade com o LADCP; (ii) o método dinâmico clássico, com referenciamento em nível de velocidade nula, tende a subestimar as características morfométricas; (iii) é possível utilizar a BT da altimetria para referenciar o método dinâmico quando não houver dados de ADCP, apesar de gerar diferenças morfométricas significativas para a CCI; e (iv) a barotropicidade foi estimada em 30,90%.

Instituição: Centro de Hidrografia da Marinha

Autor: CC Vinícius Santos Pessanha 2

E-mail do autor: vinicius.pessanha@marinha.mil.br

RESUMO

Em águas rasas, feições criadas por correntes de maré ou ondas de superfície são comumente observadas no fundo marinho arenoso. Dentre estas feições estão as ondas de areia (sand waves), cuja migração pode ter implicações significativas para atividades humanas, incluindo a redução da profundidade de canais de navegação, a exposição de cabos submarinos, enterramento de objetos, interações com infraestruturas como linhas de gás e estações de energia eólica. Portanto, o estudo das características das ondas de areia é essencial e tradicionalmente realizado por meio da análise de dados históricos, o que pode ser melhorado pelo emprego de modelos morfodinâmicos. Os estudos anteriores foram principalmente limitados pelo uso de batimetria simplificada, de modelos com grades 2DV (bidimensional vertical) e parâmetros idealizados. Além disso, há escassez de estudos em regiões de águas rasas, em particular sobre os processos físicos que afetam as ondas de areia de migração rápida. Este estudo analisa observações de migração de ondas de areia de aproximadamente 2 m de altura por quase 40 m com rotação no sentido anti-horária entre duas sondagens batimétricas realizadas no intervalo de três meses nas proximidades de Martha's Vineyard, Massachusetts, EUA. A região é caracterizada por fortes correntes de maré, eventos intermitentes de ondas de superfície e baixa profundidade local variando de 2 a 7 m. O principal objetivo é implementar o modelo Delft3D com uma abordagem tridimensional (3D) para examinar a dinâmica das ondas de areia, incorporando ondas de superfície, ventos, correntes e observações batimétricas. Além disso, os processos físicos responsáveis pela alta velocidade de migração dessas ondas na área de estudo são investigadas. O modelo é calibrado e validado comparando os resultados com observações de campo, apresentando elevada performance na representação da batimetria, correntes, ondas e maré. Pela primeira vez, um modelo tridimensional é apresentado em uma área de águas rasas com uma velocidade média de migração de ondas de areia de 50 cm/dia e observações que incluem a rotação das ondas de areia. Estudos anteriores evidenciam que as ondas de superfície não são capazes de iniciar a migração de ondas de areia, que é causada pela assimetria da maré. No entanto, os resultados deste trabalho sugerem que a migração de ondas de areia observada na região do estudo, com pelo menos uma ordem de magnitude maior do que muitos estudos anteriores, é notadamente acelerada pela ação das ondas de superfície e devido à natureza da batimetria da área de estudo. Além disso, as simulações demonstram que a profundidade relativamente rasa torna a influência das ondas de superfície importante mesmo durante períodos menos energéticos. Portanto, embora as correntes assimétricas sejam essenciais para a migração de ondas de areia, os resultados do modelo associado com a análise das observações permitem confirmar que em profundidades rasas as ondas de superfície são em grande parte responsáveis por períodos de migração e rotação rápidas. Este estudo fornece uma compreensão mais aprofundada da dinâmica das ondas de areia em ambientes costeiros complexos, apresentando importantes implicações para o gerenciamento de áreas costeiras.

O jato costeiro de ressurgência de Cabo Frio (RJ)

Instituição: Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e Universidade de São Paulo (USP)

Autores: Vitor de Souza Lessa, Ilson Carlos Almeida da Silveira

E-mail dos autores: vitorleessa@gmail.com, ilson.silveira@usp.com.br

RESUMO

O jato costeiro de ressurgência de Cabo Frio (CF) é um fenômeno recentemente descrito associado a uma ressurgência local. Esta é ocasionada principalmente pelo transporte de Ekman gerado pela tensão de cisalhamento dos ventos de nordeste e leste. Outros fatores que auxiliam na ocorrência desta ressurgência costeira são a topografia da costa de CF e os meandros ciclônicos da Corrente do Brasil (CB), que introduzem a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) como fonte de águas frias. O jato de Cabo Frio é definido como um jato geofísico desenvolvido através do gradiente de pressão baroclínico ao longo da costa, balanceado pela força de Coriolis. Suas escalas se aproximam e ultrapassam o raio de deformação da região costeira, sendo considerado assim um fenômeno de mesoescala de plataforma continental. Esse fenômeno apresenta velocidades que podem atingir até $0,7\text{m}^{-1}$ em profundidades de até 20 metros. Portanto, consegue transportar águas frias advindas da ressurgência por diversos quilômetros, lançando nutrientes e beneficiando o estoque pesqueiro da região e toda sua cadeia trófica marinha. Essa característica possibilita sua identificação pela diferença de temperatura entre a água do jato e as águas mais quentes ao seu entorno. A trajetória do jato segue para sudoeste se estendendo muitas vezes até o estado de São Paulo e pode apresentar instabilidades em sua ocorrência. Além disso, o jato costeiro meandra e consegue provocar a formação de vórtices, tal qual qualquer outra corrente geofísica ocorrente em oceano aberto. As instabilidades do jato podem ter como resultado a formação de, além dos vórtices, filamentos que ocorrem ao longo de 10 a 12 dias. O presente estudo busca identificar o jato costeiro em cada uma das 4 estações do ano desde junho de 2002 até janeiro de 2020. Além da identificação, será examinada a direção da sua trajetória, temperatura de contorno, sazonalidade e sua extensão. A identificação do jato será feita por análise dos dados da temperatura da superfície do mar disponibilizados pelo MeaSURES-MUR da NASA através da linguagem de programação Python, assim como a temperatura de contorno e a estimativa da sua extensão. Os resultados do trabalho permitem um entendimento mais aprofundado desse evento costeiro, sendo crucial para a elaboração de estratégias de manejo e conservação costeira.

Análise de tendência da temperatura da superfície do mar estimada por satélite na região da Baía de Santos, Atlântico Sudoeste

Instituição: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

Autores: Vitor Galazzo de Paiva, Milton Kampel, Paulo Victor Marchetto Silva, Fábio Dal’Cortivo

E-mail dos autores: vitor.paiva@inpe.br, milton.kampel@inpe.br,
paulo.victor.silva@alumni.usp.br, fabio.cortivo@inpe.br.

RESUMO

A Baía de Santos, maior baía sedimentar brasileira, abriga importantes cidades e unidades de conservação, os portos de maior movimentação do país e atualmente é a baía líder em produção de óleo e gás no país. Compreender as mudanças ambientais de longo prazo é essencial para a segurança e monitoramento dos ecossistemas marinhos. A temperatura da superfície do mar (TSM) exerce um papel determinante na regulação e variabilidade do tempo e clima, com grande influência nas trocas de energia, momentum e gases entre o oceano e a atmosfera. A TSM é definida como uma das variáveis climáticas essenciais pelo Sistema Global de Observação do Clima (GCOS). No presente estudo, foram analisados 40 anos (1982-2021) de dados de TSM NOAA AVHRR OISST v2.1, com resolução temporal diária e resolução espacial de 25 km, na região da Baía de Santos, Oceano Atlântico Sudoeste. Foram calculadas médias mensais da TSM e a série temporal foi decomposta utilizando o Census X-13. Foi verificado que o ciclo sazonal explica 94,7 % da variância da série temporal. Após a remoção da sazonalidade, o teste não-paramétrico de Mann-Kendall e do estimador de inclinação de Sen foram aplicados à componente interanual da TSM para verificação da existência de tendência e cálculo de sua magnitude. Foi identificada uma tendência significativa (p -valor $< 0,01$) de aumento da TSM, expressa por uma taxa de variação decenal de $0,31^{\circ}\text{C}$. Tendências de aumento da TSM têm sido observadas globalmente, impactando o clima e a saúde dos oceanos. A continuidade de séries temporais baseadas em dados de satélite é fundamental para o monitoramento global e regional da TSM e outras variáveis climáticas essenciais.

Abordagem multimodelo na validação teórica de correntes costeiras

Instituição: Programa de Engenharia Oceânica/COPPE/Universidade Federal do Rio de Janeiro.
Autores: Willen Morgado Gomes; Pedro Henrique Meirelles Tomaz de Aquino; Gustavo Vaz de Melo; Marcos N. Gallo.

E-mail dos autores: gomes.willen@graduacao.uerj.br; pedro.aquino@poli.ufrj.br.
gustavoocn@oceanica.ufrj.br; marcosgallo@oceanica.ufrj.br.

RESUMO

Uma das principais características do ambiente costeiro é o transporte de massa na zona de surf por ação da deriva litorânea, que é a corrente longitudinal resultante do balanço entre o gradiente da componente tangencial da tensão de radiação e as forças de atrito. Na caracterização da deriva é imprescindível uma abordagem consistente na descrição da ordem de grandeza do fenômeno, uma vez que seu módulo e sentido mudam tanto sazonalmente conforme o clima de ondas, como em resposta a perturbações nos sistemas atmosféricos. No ensaio realizado em Jaconé, Saquarema-RJ, a caracterização é feita pelo uso conjugado do modelo paramétrico de Longuet-Higgins (1970) e do modelo numérico do *software* DELFT3D, através de dados do clima de ondas, obtidos de modelos globais (ERA5), e da morfologia praial, obtidos tanto da literatura, como de levantamentos atuais, objetivando que um modelo valide ao outro. Essa estratégia leva em consideração o ajuste da equação paramétrica pelo parâmetro de mistura, fator que introduz efeitos de turbulência tornando possível uma descrição menos linear, e mais próxima da realidade, da velocidade da deriva. Devido à extensão do arco praial de Jaconé-Saquarema, três perfis batimétricos foram utilizados no modelo paramétrico, representando os setores oeste, central e leste do arco praial, e os resultados permitiram concluir que para um parâmetro de mistura na ordem de 10^{-1} , a estação de verão, com ondas de altura significativa menor que 1 m e incidência predominante de leste, exibiu índices de correlação entre os modelos variando de 0.67 a 0.90, e a estação de inverno, com ondas de altura significativa maior que 2 m e incidência predominante de sudoeste, exibiu índices de correlação variando de 0.82 a 0.90.

Atenuação acústica em regiões de alta produtividade na plataforma continental sudeste

Instituição: Instituto de Estudo do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM)

Autores: Yasmin Cristina Bidú dos Anjos

Marcos Henrique Maruch Tonelli

E-mail dos autores: by.anjos@hotmail.com

marcos.tonelli@gmail.com

RESUMO

No meio marinho, a atenuação acústica pode ocorrer por fatores físicos, como a variações de temperatura, salinidade e densidade, e por fatores biológicos, como a presença de micro-organismos que compõem a comunidade zooplânctônica. A distribuição espacial destes micro-organismos no oceano, por sua vez, é definida por condições oceanográficas regionais. Nesse contexto, o presente estudo avaliou o impacto do da biomassa de zooplâncton na propagação acústica em duas regiões com regimes oceanográficos distintos no litoral do estado do Rio de Janeiro: Sepetiba e Arraial do Cabo. Foram examinados perfis verticais de temperatura e salinidade da água do mar coletados no âmbito do projeto Sistema Tático de Fatores Ambientais (STFA), bem como dados de espalhamento do sinal acústico na coluna d'água e a densidade do zooplâncton. Os dados referentes à região de Sepetiba foram coletados durante a comissão oceanográfica “Paisagem Acústica I” em fevereiro de 2021. A comissão “Paisagem Acústica II” coletou dados ao largo de Arraial do Cabo em setembro de 2022. A atenuação acústica foi calculada para três componentes distintas: a atenuação causada pelo aquecimento da água, a perda pelo espalhamento de partículas (biomassa do zooplâncton) e a perda pela viscosidade. Os resultados sugerem que diferentes composições das comunidades de zooplâncton e a profundidade local impactam de maneiras distintas a propagação do som na água do mar. Ademais, a importância relativa do espalhamento pela biomassa, da viscosidade e da temperatura na atenuação acústica submarina varia em função da densidade da comunidade planctônica em cada região.

Processamento de sinal de um “Splash” da Baleia Jubarte em Arraial do Cabo – RJ

Instituição: Instituto de Estudo do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM)

Autores: Yasmin Cristina Bidú dos Anjos, Barbara Christina Soares de Abreu, Renato Peres Vio, Gabriel Tavares de Melo

E-mail dos autores: by.anjos@hotmail.com, barb_abreu@hotmail.com, renato.vio@gmail.com, gabrieltmelo@yahoo.com.br

RESUMO

A baleia jubarte (*Megaptera novaeangliae*) é um mamífero migratório que se desloca para fins de reprodução. No Brasil, uma de suas áreas de reprodução é a região de Abrolhos, na Bahia. Em sua jornada de migração, o animal também passa por Arraial do Cabo, no Rio de Janeiro, chamando a atenção de diversos observadores (moradores e turistas). Durante essa passagem, a baleia realiza saltos em um ritual de acasalamento que se assemelha a um espetáculo de entretenimento. Essas "acrobacias", também conhecida como “breaching”, geram um ruído característico que pode ser captado por um hidrofone, dispositivo utilizado para registrar sons submarinos, instalado nessa área. Neste trabalho, para a captação dos saltos, foi empregado um sistema de aquisição composto por um arranjo contendo seis hidrofones, além de um sistema de desenvolvimento construído com base na plataforma LabVIEW da empresa National Instruments (NI), elaborado pela Divisão de Engenharia Acústica Submarina do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM). Por meio dos sinais captados, é possível relacionar a densidade de energia com a faixa de frequência dos saltos. Isso permite realizar uma análise acústica de um comportamento específico da espécie. A análise dos dados obtidos em 28 de julho de 2022 revelou que o salto é representado, por um ruído impulsivo de banda larga, por meio de um espectrograma. Esses saltos ocorrem em intervalos de tempo variáveis devido à natureza instintiva do comportamento. Portanto, é válido afirmar que os saltos representam sinais impulsivos em um intervalo de tempo bastante curto, sendo caracterizados como funções de pulso unitário.

Na Vanguarda das Observações de Submesoescala Oceânica: Um estudo comparativo do projeto S-MODE da NASA e SWOT

Instituição: Woods Hole Oceanographic Institution (WHOI)

Autores: Iury Simões-Sousa e Tom Farrar

E-mail dos autores: iury@whoi.edu e jfarrar@whoi.edu

RESUMO

Compreender e simular interações relacionadas ao clima entre diferentes escalas físicas no oceano e na atmosfera permanece sendo um dos tópicos de pesquisa mais desafiadores e cruciais. Dentre as diversas escalas de processos oceânicos, as feições de submesoescala são notáveis devido às suas intensas velocidades verticais, que têm implicações significativas para o sequestro de carbono e as mudanças climáticas. Embora essas características sejam indiscutivelmente importantes, a maioria dos estudos existentes concentra-se em simulações numéricas. Essas simulações avançaram a um ponto em que sua resolução e detalhamento ultrapassam nossa capacidade de validá-las com observações *in situ*. Portanto, há uma necessidade urgente de um conjunto de dados de referência abrangente sobre movimentos de submesoescala para abordar essa fonte de incerteza nas simulações oceânicas globais. A coleta de dados de campo para representar a submesoescala oceânica apresenta enormes desafios; essas feições são pequenas, variando de centenas de metros a poucos quilômetros, e elas evoluem e se movem rapidamente em questão de horas a dias. O *Sub-Mesoscale Ocean Dynamics Experiment* (S-MODE) é um projeto observacional ambicioso e interdisciplinar voltado para testar a hipótese de que a dinâmica de submesoescala contribui significativamente para as trocas verticais de variáveis climáticas e biogeoquímicas. O projeto emprega um conjunto diverso de instrumentos, incluindo dispositivos rebocados por navios, três aviões com instrumentos de sensoriamento remoto para medir quantidades incluindo correntes superficiais do oceano, temperatura superficial e clorofila, juntamente com dezenas de instrumentos autônomos, como *seagliders*, *saildrones* e *wave gliders*. A área de estudo, a costa sul da Califórnia, não foi escolhida aleatoriamente. É caracterizada por intensa atividade submesoescala e coincide com a área de calibração e validação para o *Surface Water and Ocean Topography* (SWOT). Neste trabalho, buscamos não apenas apresentar resultados preliminares do S-MODE, mas também compará-los com os dados SWOT. Nosso objetivo é demonstrar o grande potencial de empregar métodos observacionais avançados e métodos computacionais de alto desempenho para integrar dados de vários instrumentos e resoluções e abordar a dinâmica submesoescala do oceano através de dados observacionais.