



SISTEMA DE INFORMAÇÕES E MODELAGENS PARA APOIO OPERACIONAL - SIMAO

Rubinei Rodrigues¹, Alessandro Filippo², Marcio S. Ferreira³, Felipe Leonardo B. Palmeira⁴, Ângelo S. Neto⁵, José Antônio M. Lima⁶, Andrei S. de Barros⁷, Audalio R. Torres Jr⁸, Gutemberg B. França⁹, Andréa G. Xavier¹⁰

Copyright 2006, Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP

Este Trabalho Técnico foi preparado para apresentação na *Rio Oil & Expo and Conference 2006*, realizada no período de 11 a 14 de setembro de 2006, no Rio de Janeiro. Este Trabalho Técnico foi selecionado para apresentação pelo Comitê Técnico do evento, seguindo as informações contidas na sinopse submetida pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho Técnico, como apresentado, não foi revisado pelo IBP. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões do Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, seus Associados e Representantes. É de conhecimento e aprovação do(s) autor(es) que este Trabalho Técnico seja publicado nos Anais da *Rio Oil & Expo and Conference 2006*.

Resumo

Na busca da excelência em segurança operacional a PETROBRAS, através da Gerência de Segurança, Meio Ambiente e Saúde - SMS da Unidade de Negócio de Exploração e Produção do Rio de Janeiro – UN-RIO desenvolveu e está implementando, o Sistema de Informações e Modelagens para Apoio Operacional - SIMAO, que disponibiliza informações ambientais prognósticas e em tempo quase real, úteis para os técnicos envolvidos com as atividades operacionais nas unidades marítimas, em manobras de rotina de SMS e, principalmente, em ocasiões de emergência. Este sistema integra informações ambientais adquiridas por sensoriamento remoto de plataformas orbitais, por resultados de previsão de modelos atmosférico e hidrodinâmico e por medição de instrumentos nas unidades marítimas da PETROBRAS. Os dados são disponibilizados via Intranet para dar apoio operacional às unidades marítimas da UN-RIO localizadas nas Bacias de Campos e Santos.

Abstract

Searching for excellence in operational safety, PETROBRAS, through the Health, Safety and Environment (HSE) Sector of its Rio de Janeiro's E & P Business Division (UN-RIO) has developed and is implementing an Information and Modeling Operational Support System - SIMAO, which makes available, in almost real time, environmental information and atmospheric and hydrodynamic forecasts models results. Such sort of tool is extremely useful for the technicians involved in operational activities at the marine units, in HSE routine maneuvers and, especially, in emergency situations. This system is the state of the art in terms of integration of acquired environmental information from remote sensing orbital platforms, forecast results of atmospheric and hydrodynamic models supplied by UFRJ/ASA and instrument measurement at the marine units of Petrobras, and was designed for the decision makers at the operational and emergency levels. Data is made available through PETROBRAS' internal web system to provide operational support to the marine units of UN-RIO. The objectives of SIMAO are to implement a continuous environmental information system to assist daily needs and to maintain a prepared team to accomplish any simulation of oil dispersion that can be requested for prevention, simulated and emergencies. The whole of the system possibilities were not explored yet, and should be enlarged as the users keep requesting. Hereafter, SIMAO will be implemented for all of the marine basins exploited by Petrobras.

¹ Consultor de Negócios – PETROBRAS/UN-RIO/SMS

² PHD, Oceanógrafo – UN-RIO/HOPE

³ MSC, Meteorologista – UN-RIO/COPPETEC

⁴ MSC, Meteorologista – UN-RIO/COPPETEC

⁵ PHD, Engenheiro de Meio Ambiente – PETROBRAS/CENPES

⁶ PHD, Consultor Sênior – PETROBRAS/CENPES

⁷ MSC, Oceanógrafo – PETROBRAS/E&P-SERV/US-SUB/GDS

⁸ PHD, Meteorologista – UFRJ

⁹ PHD, Físico – UFRJ

¹⁰ PHD, Oceanógrafo – ASA South América

1. Introdução

O crescimento da atividade de exploração e produção de petróleo no mar nos últimos anos gerou também, um aumento significativo na importância da utilização de ferramentas meteo-oceanográficas na forma operacional, que servem de apoio para o gerenciamento de atividades *offshore* em indústrias de petróleo. Com o passar do tempo, a necessidade de aprimoramento constante dos procedimentos de resposta a emergências aumentou e estas melhorias vêm servindo de insumo para os planos de emergência em possíveis acidentes nas empresas exploradoras dessa matéria-prima.

Assim, a PETROBRAS, através da Gerência de Segurança, Meio Ambiente e Saúde - SMS da Unidade de Negócio de Exploração e Produção do Rio de Janeiro – UN-RIO desenvolveu o Sistema de Informações e Modelagens para Apoio Operacional - SIMAO, que está sendo implementado com a disponibilização de informações ambientais diagnósticas e prognósticas e em tempo quase real, úteis para os técnicos envolvidos com as atividades operacionais nas unidades marítimas, em manobras de rotina de SMS e, principalmente, em ocasiões de emergência.

Este sistema integra informações ambientais adquiridas por sensoriamento remoto de plataformas orbitais através do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC, por resultados de previsão de modelos atmosféricos e hidrodinâmicos fornecidos pela *Applied Science Associates South America* - ASA e por medição de instrumentos nas unidades marítimas da PETROBRAS (Sistema de Informações meteo-oceanográficas - Projeto OCEANOP – EP-SERV/US-SUB/GDS). Os dados são disponibilizados via intranet para dar apoio operacional às unidades marítimas da UN-RIO existentes nas Bacias de Campos e Santos.

O SIMAO é uma aplicação inovadora e de custo benefício relativamente baixo para os propósitos alcançados na área ambiental. Tal sistema tem como objetivos a implementação e adequação do sistema de informações ambientais contínuo para atender as necessidades diárias, como prestar apoio às operações marítimas regulares, principalmente em situações de emergências; oferecer um sistema de modelagem numérica com as informações prognósticas de tempo, de correntes marítimas e de dispersão de óleo no mar. A garantia que estará plenamente operacional e a implementação do Sistema de Informações Geográficas (SIG) para armazenar os produtos de sensoriamento remoto e modelagem são outros objetivos a serem alcançados em busca da excelência em monitoramento e segurança operacional, além de atender as exigências legais.

2. Aplicações

Com a entrada do SIMAO em operação desde abril de 2005 foi possível, realizar inúmeras aplicações que são citadas a seguir:

- Planejamento da instalação de equipamentos submarinos.
- Planejamento do transbordo de pessoas e de material para as unidades marítimas.
- Programação de vôos para as unidades marítimas.
- Planejamento das atividades a bordo aumentando sua eficácia.
- Fornecimento de resultados de modelagens para prevenção em caso de derrame de óleo e para exercícios simulados.

Esta fase inicial do sistema levará um período de três de anos para total adequação do sistema nas unidades da UN-RIO.

2. Material e Métodos e Títulos das Seções

Uma estrutura com intuito de permitir a integração dos dados das plataformas orbitais, das unidades marítimas da PETROBRAS e dos resultados oriundos de modelos numérico do tempo e hidrodinâmico foi montada. Os dados meteo-oceanográficos coletados em tempo quase real pelo projeto OCEANOP servem para avaliar e calibrar os modelos. O sistema ainda permite, a introdução de dados de outras fontes, como futuramente a entrada dos dados de correntes superficiais do CODAR que está sendo implementado pela Engenharia da PETROBRAS. Contudo, todas estas informações são reunidas na Sala de apoio Operacional da UN-RIO/SMS na PETROBRAS, que após a avaliação e processamento, estas são fornecidas as unidades marítimas e terrestres da UN-RIO, através da Intranet da PETROBRAS, como mostra a Figura 1.

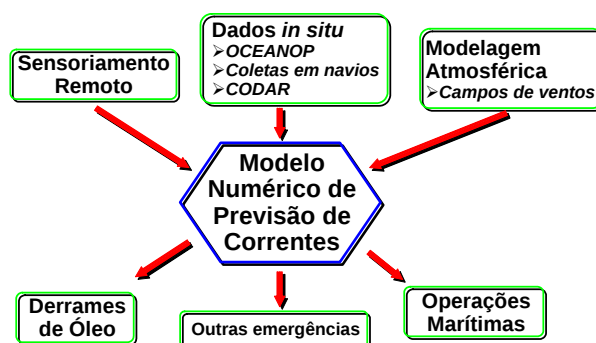


Figura 1 – Diagrama esquemático do funcionamento do SIMAO na Sala de Apoio Operacional.

Os dados de sensoriamento remoto são fornecidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE através do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC e, processados pelo Laboratório de Modelagem e de Processos Marinhos e Atmosféricos – LAMMA/UFRJ. Estas informações são armazenadas no servidor de dados da UN-RIO/SMS, que futuramente serão usados como dados de entrada em modelos numéricos de previsão de corrente e também, em modelos atmosféricos. Dados meteo-oceanográficos provenientes das unidades marítimas do Projeto OCEANOP também, no futuro serão aplicados para a pesquisa em modelagem numérica.

Atualmente o modelo de previsão de correntes marítimas é inicializado pelo campo de vento originado do resultado da modelagem atmosférica fornecida pela *Southern Marine Weather Services* - SOMAR Meteorologia. O modelo atmosférico utilizado é o *Regional Atmospheric Modeling System* – RAMS (Walko et al, 1995). Além do campo de vento são extraídas outras variáveis meteorológicas como o campo de precipitação, umidade relativa do ar, pressão atmosférica e temperatura do ar a 10 metros, que são disponibilizados na Home Page do Projeto SIMAO.

O modelo hidrodinâmico atualmente utilizado na PETROBRAS é o modelo desenvolvido pela ASA denominado Base 4.2, esse modelo foi anteriormente validado usando dados do ano de 1992. Neste período foi realizado uma análise dos resultados do modelo em relação a séries reconstituídas de maré, corrente medida (pontualmente), transporte médio (secções) e estrutura 3D da corrente do Brasil (comparação visual entre os resultados simulados e os provenientes de modelo de larga escala).

Esse modelo vem sendo calibrado continuamente com dados de correntes medidos na bacia de Campos para as unidades marítimas (P-18, P-25, P-40, PPG-1a, PGP-1). Os resultados da calibração são apresentados sob a forma de séries temporais e o erro quadrático médio está sendo utilizado como parâmetro de avaliação para séries temporais, por permitir inferência direta (dimensional) sobre os resultados obtidos, facilitando sua interpretação e compilação estatística para definição de bandas de confiabilidade i.e.,

$$\frac{RMS}{\bar{A}} \quad (1)$$

$$\text{onde : } RMS = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (P_i - O_i)^2} \quad (2)$$

e $\bar{A}$ é o range médio do dado P previsão e O = observação.

Na Figura 2 está ilustrado, para a unidade marítima P-25 durante abr/2006, o resultado da calibração entre os dados medidos (curva azul) e o resultado prognosticado do modelo (curva vermelha). Pode-se verificar um erro quadrático médio para a componente u (E-W) de 0,25228 m/s e v (N-S) 0,2327 m/s.

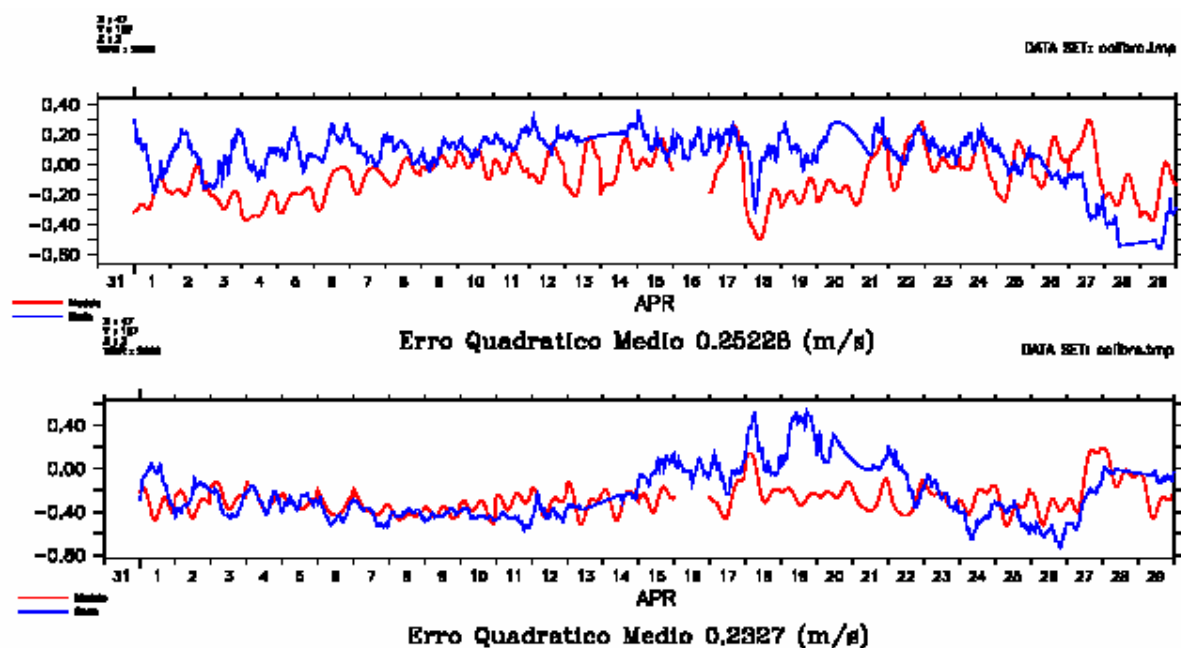


Figura 2 - Gráfico de calibração com o erro quadrático médio das componentes u e v de corrente para o mês de abril de 2006, através dos dados medidos na unidade marítima P-25.

Os resultados da modelagem de previsão de correntes e de vento são introduzidos no modelo de transporte de óleo do mar. Os estudos de acompanhamento de manchas de óleo são realizados com o software OILMAP.

As principais aplicações do software OILMAP são o desenvolvimento e manejo de planos de contingência em situações de simulado e em situações reais (ocorrências de emergências), e a identificação das possíveis fontes (origens) do derramamento, quando uma mancha de óleo é observada em uma determinada localidade.

3. Resultados

A Homepage na intranet da UN-RIO, disponibiliza e atualiza diariamente, as informações ambientais, diretamente ou através de links.

O endereço eletrônico é <http://simao.ti.petrobras.com.br>, onde pode ser encontrado os seguinte produtos:

- Previsão meteo-oceanográfica, que consiste nas saídas de previsão numérica de campo de vento na superfície, precipitação, umidade relativa do ar, temperatura do ar na superfície, pressão atmosférica e campo de correntes na superfície do mar. Além destes, temos ainda os meteorogramas e as séries temporais de correntes marítimas das unidades marítimas da UN-RIO e links de previsão de ondas (2).
- Produto de satélite, que consiste em saídas de temperatura da superfície do mar - TSM, temperatura do topo da nuvem - TTN, clorofila e campo de vento na superfície do mar.
- Dados em tempo quase real, com informações meteo-oceanográficas atualizadas com frequência horária (Link do Projeto OCEANOP).
- Previsão do tempo para as cidade do Rio de Janeiro-RJ, Macaé-RJ, Campos dos Goytacazes-RJ, Cubatão-SP e Itajaí-SC.
- Alguns aplicativos da PETROBRAS como o GISBR, conversores de unidades e de coordenadas geográficas.
- Disponibiliza um link de e-mail para solicitação de serviços de modelagem e previsão de tempo de forma personalizada para situações específicas.
- Há também uma manual operacional com intuito de facilitar os usuários, quanto ao manuseio das informações obtidas.

A previsão do tempo é dada para essas cidades específicas, pois são as localidades no continente que possuem os centros de apoio para as unidades marítimas da UN-RIO nas Bacias e Campos e Santos. A Figura 3 mostra a página principal da Home Page do projeto SIMAO.



Figura 3 – Página principal da Home Page do Projeto SIMAO.

3.1. Modelagem

Os campos meteo-ocenográficos são disponíveis na Home Page com previsão de até 72 horas. Estes são muito importantes para o Controle de Emergência da Gerência de SMS da UN-RIO, pois através da análise diária de profissionais da área é possível prevenir quanto a possíveis ocorrências de diversos fenômenos meteorológicos e oceanográficos, que possam acarretar em possíveis acidentes, principalmente nas unidades marítimas. Assim, caso haja previsão de tempestades, principalmente com a presença de ciclones extratropicais, é passada a informação para o responsável de emissão de boletins meteorológicos na PETROBRAS, para que este tome as devidas providências. Um exemplo de produto fornecido é o campo de vento mostrado na Figura 4.

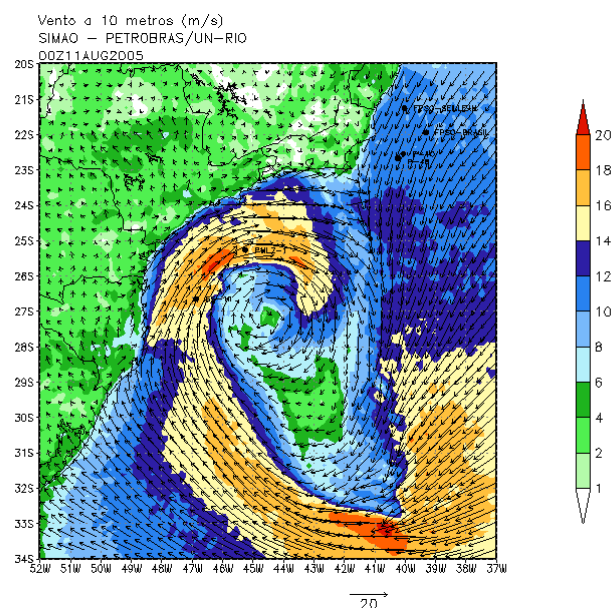


Figura 4 – Campo de vento a 10 metros. Fonte: SIMAO

Este tipo de informação é de vital importância para as unidades marítimas, pois caso haja previsão de vento com velocidade acima dos 70 Km/h é necessário a emissão de um aviso de emergência, através do boletim meteorológico, para a área a ser atingida por tal evento.

O parâmetro oceanográfico ilustrado na Figura 5 é a previsão do campo de corrente marítima, abrangendo as Bacias de Campos e Santos. Este campo é de importância fundamental para a detecção de fenômenos oceanográficos, tais como: o surgimento e o deslocamento de vórtices e meandros.

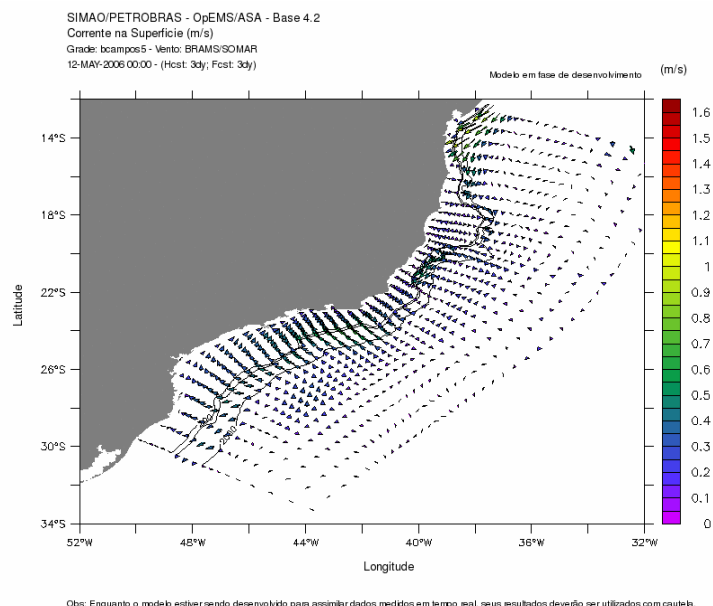


Figura 5 – Campo de corrente marítima. Fonte: SIMAO

Outros produtos oriundos dos resultados de modelagem são os meteogramas e séries temporais de correntes marítimas. Na Figura 6 é ilustrada a previsão de 72 horas do campo de corrente para a unidade marítima FPSO-Brasil. Além dessa unidade marítima, na home-page do SIMAO disponibiliza este tipo de informação para as outras unidades marítimas da UN-RIO.

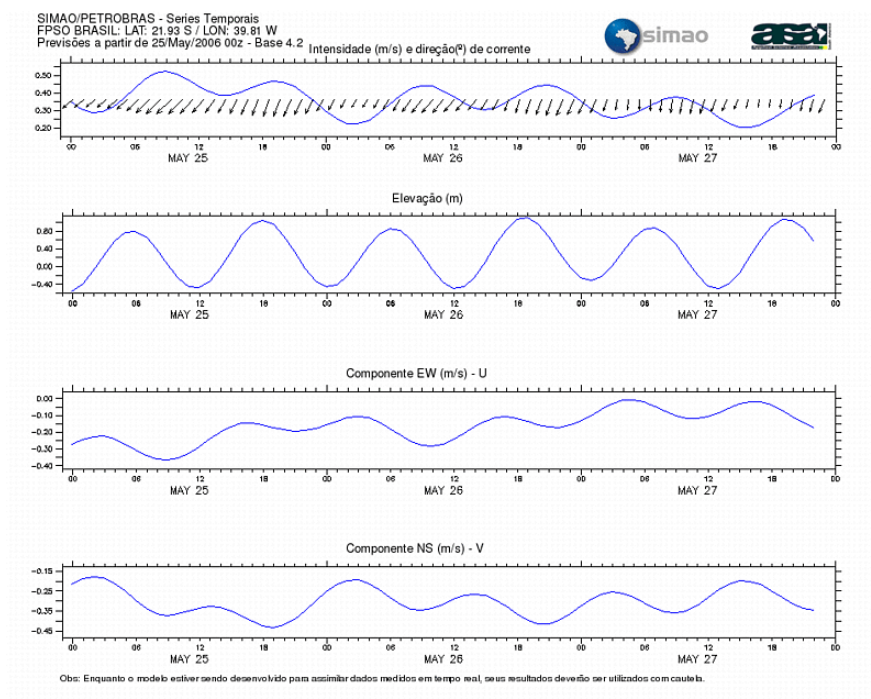


Figura 6 – Previsão do Campo de corrente para Unidades Marítimas. Fonte: SIMAO

3.2. Plataformas Orbitais ou Satélites

As informações oriundas de imagens de satélites são disponibilizadas e atualizadas diariamente em tempo quase real por intermédio do CPTEC/INPE e LAMMA/UFRJ. Assim, em uma emergência estas informações são fundamentais, principalmente em episódios de derramamento de óleo. Um exemplo que é fundamental na identificação de falsos alvos que dão a aparência de óleo no mar é a clorofila fornecida pelo satélite MODIS, mostrada na Figura 7.

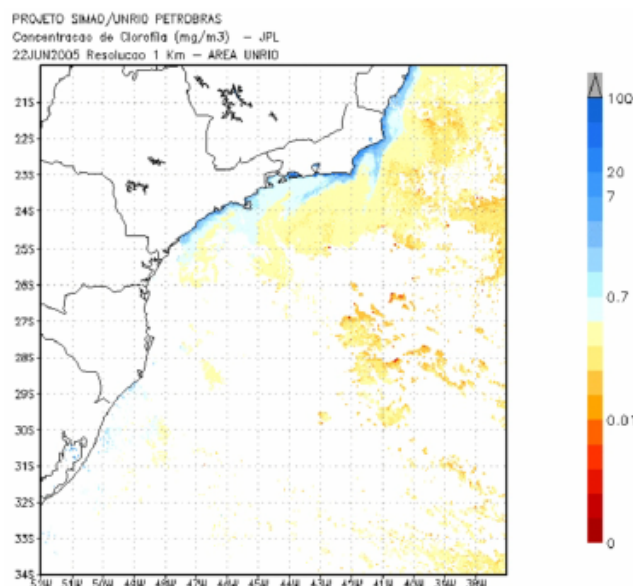
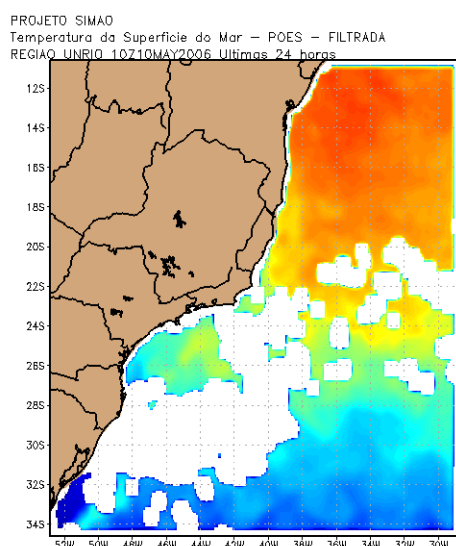
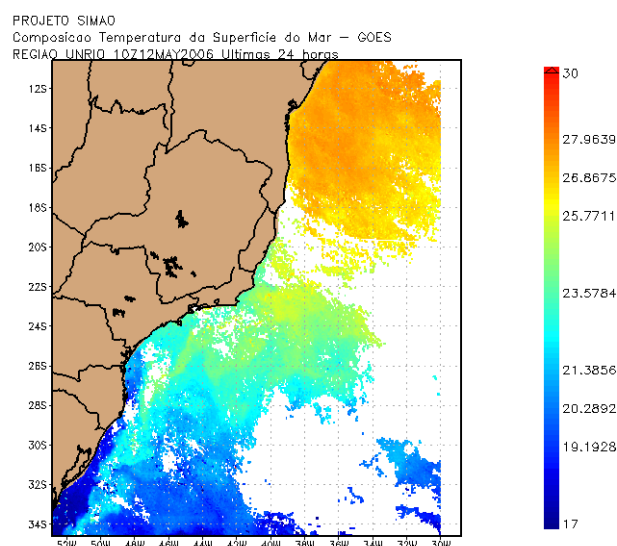


Figura 7 – Clorofila. Fonte SIMAO

Um outro produto de grande utilidade na identificação da corrente marítima do Brasil e de outros eventos oceanográficos é o campo de temperatura da superfície do mar – TSM, que são fornecidas 24 imagens diariamente pelos satélites GOES e NOAA. Na Figura 8 é mostrada imagens de TSM NOAA e GOES, respectivamente.



TSM-NOAA



TSM-GOES

Figura 8 – Imagens de TSM-NOAA e GOES. Fonte: SIMAO

4. Conclusões

O SIMAO está operacional e disponibilizando informações via Intranet da PETROBRAS para as unidades marítimas instaladas na Bacia de Campos e Santos.

Tal sistema é inovador na área de segurança, meio ambiente e saúde, principalmente na parte de controle de emergência e contingência. Não foi encontrado uma ferramenta similar ao SIMAO nas outras unidades de negócios da PETROBRAS e em outras empresas de petróleo.

A UN-RIO, na busca da excelência em segurança operacional, investe neste sistema que é o estado da arte em termos de integração de dados de plataformas orbitais, dados de monitoramento em tempo real e dados resultantes de modelagens para a tomada de decisões a nível operacional e emergencial.

Para o desenvolvimento do SIMAO foi necessário um investimento de custo médio em relação a quantidade e qualidade das informações disponibilizadas pelo sistema e, que proporcionou grande benefício a empresa, pois as ações de respostas ficaram mais eficazes. O custo de implantação do projeto nos três primeiros anos é de cerca de oitocentos mil reais anuais, o que será reduzido significativamente na fase de manutenção.

Com a possibilidade de agendar as atividades de maior risco operacional em situações mais seguras, através das previsões das condições meteo-oceanográficas até 72 horas, obtém-se maior segurança na execução destas atividades, como exemplo a atividade de *offloading*, o que reduziria o risco de acidente com derrame de óleo. Outro exemplo é o transbordo de pessoas entre embarcações e as unidades marítimas, o que minimizaria o risco de acidentes preservando a saúde das pessoas que trabalham embarcadas e melhora o TFCA.

Além do caráter preventivo, todos os produtos fornecidos pelo SIMAO são de grande importância para uma eventual emergência, principalmente nos estudos do transporte de óleo no mar e, durante tal circunstância é providenciada, caso seja necessária, previsões *nowcasting* de tempo, de correntes marítimas e de dispersão de óleo no mar. Este estudo permite uma melhor performance nas ações de resposta à emergência, permitindo definir a melhor estratégia para cada caso, minimizando a configuração de impactos negativos severos, tanto para as populações dos municípios da área de influência quanto do meio ambiente na área das próprias Unidades Marítimas.

Um manual auto-explicativo foi criado para facilitar a utilização das ferramentas disponíveis no SIMAO. Assim, o usuário não teria problemas de interpretar as informações ambientais.

Ainda não foram exploradas todas as possibilidades do sistema, devendo ser ampliado à medida em que os usuários forem solicitando.

Futuramente, o SIMAO poderá ser implementado para todas as Bacias marítimas onde a PETROBRAS atua, sendo útil a todas as Unidades de Negócio de E&P da PETROBRAS.

8. Referências

- ISO/FDIS 19901-1. 2005. Petroleum and natural gas industries – Specific requirements for offshore structures – Part 1: Metocean design and operating considerations. ISO 2005. Geneva. 136pp.
- Fundação COPPETEC. 2005. Sistema Informações e Modelagens para Apoio Operacional (SIMAO). 1º Relatório de Acompanhamento Quadrimestral. Maio/2005.
- SIMAO – Sistema de Informações e Modelagens para Apoio Operacional. Intranet da PETROBRAS (<http://simao.ti.petrobras.com.br>).
- WALKO, R. L., TREMBACK, C. J., HERTENSTEIN, R. F. A., 1995, *RAMS: The Regional Atmospheric Modeling System*. In: version 3b, user's guide. v. 14, n. 2, p. 137-158, 1996.