



“O CARGO (Sistema de Carga e Qualificação de Dados Oceanográficos) destina-se a qualificar perfis de temperatura e salinidade segundo protocolos internacionais de controle de qualidade de dados, e armazená-los posteriormente em um banco de dados estruturado de fácil consulta.”

# Tecnologia Nacional: O Novo CARGO

## Reestruturação do Sistema de Qualificação e Armazenamento de Dados Oceanográficos desenvolvidos pelo IEAPM

**Rafael G. Soutelino:** Doutor em Oceanografia Física pela Universidade de São Paulo. Diego de Sousa Miranda. | Graduando em Sistemas de Informação pela Universidade Estácio de Sá.

**Juliana A. de Miranda:** Doutora em Oceanografia Física pela Universidade de São Paulo.

**Leandro Calado:** Pesquisador Oceanógrafo, Encarregado do Grupo de Sensoriamento Remoto. Doutor em Oceanografia Física pela Universidade de São Paulo.

**Andre Felipe Lobato:** Graduado em Oceanografia pela Universidade Federal do Paraná.

**Simone Pacheco C. C. da Cunha:** Pesquisadora Analista de Sistemas da Divisão de Dinâmica dos Oceanos. Especialista em Análise, Projeto e Gerência de Sistemas pela Universidade Estácio de Sá.

**Victor A. Godoi:** Mestre em Engenharia Oceânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

**Rogério de Moraes Calazan:** Capitão-Tenente (T), Encarregado da Divisão de Dinâmica dos Oceanos. Mestre em Engenharia Eletrônica pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

**Sandro Vianna Paixão:** Capitão-de Fragata, Encarregado do Grupo de Oceanografia Física. Mestre em Oceanografia Física pela Universidade de São Paulo.

Dando prosseguimento à reestruturação do *software*, Sistema de Previsão do Ambiente Acústico para o Planejamento das Operações Navais (SISPRES), finalizada no final do ano de 2012 (Soutelino *et al.*, 2012), buscou-se reestruturar uma de suas ferramentas mais importantes: o sistema de qualificação de dados denominado CARGO.

O CARGO (Sistema de Carga e Qualificação de Dados Oceanográficos) destina-se a qualificar

perfis de temperatura e salinidade segundo protocolos internacionais de controle de qualidade de dados e armazená-los posteriormente em um banco de dados estruturado de fácil consulta. Essas etapas são realizadas com base no GTSP, *Real-Time Quality Control Manual*, o manual de controle de qualidade de perfis de temperatura e salinidade da UNESCO. Em síntese, o sistema realizará uma série de testes automatizados em

cada perfil hidrográfico e retornará ao usuário aprovado ou reprovado. O sistema, após concluído, irá apontar em detalhes em que profundidade e a razão das falhas no teste. Em uma fase posterior e interativa, o usuário poderá verificar as falhas e decidir quanto à aprovação, reprovação ou correção do perfil antes de armazená-lo no banco de dados (o qual também é parte integrante do sistema). Dentre os testes realizados pelo CARGO, podemos citar a retirada de spikes e dados espúrios, problemas com a localização do perfil (ocorrência em algum ponto em terra, por exemplo) e ainda comparações com os perfis climatológicos de bancos de dados mundialmente reconhecidos e amplamente utilizados.

O CARGO foi idealizado e desenvolvido pelo IEAPM para atender a necessidade do SISPRES de se obter a base de dados que o alimenta, a Base de Dados Qualificada (BDAQ). Esta é a base de dados qualificados do SISPRES, já tendo sido descrita por Xavier (2008) e Soutelino *et al.* (2012). No entanto, o CARGO não é componente exclusivo deste sistema, servindo atualmente também como ferramenta para o Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) no tratamento das comissões hidrográficas realizadas pela Marinha do Brasil. Neste contexto, o objetivo é que todos os dados hidrográficos cadastrados no BNDO passem por esta qualificação e fiquem armazenados no banco de dados, facilitando consultas e *downloads* posteriores.

Enquanto o SISPRES passa regularmente por atualizações e modificações, principalmente devido à necessidade de atualização da base de dados BDAQ, o CARGO teve poucas reestruturações. Sua versão anterior não incorporava os avanços de conhecimento em controle de qualidade de dados oceanográficos dos últimos cinco anos e tinha seu código escrito em *Visual Basic*, linguagem de programação que foi descontinuada, impossibilitando sua portabilidade para sistemas operacionais *Windows* mais recentes que o XP.

Dada a necessidade de atualização do CARGO, a equipe de desenvolvedores do SISPRES idealizou a reestruturação completa desse sistema, que foi viabilizada por meio do projeto Processos Oceanográficos (PROCEAN), desenvolvido a partir de uma parceria entre o IEAPM e o CHM firmada em julho de 2012. Dentre as principais modificações propostas, estão: migração de todo o sistema para linguagem *Python*, atualização dos testes de controle de qualidade, implementação de leitura de dados de novos equipamentos e interface gráfica moderna e mais amigável. O sistema está na sua fase final de desenvolvimento e sua primeira versão oficial deverá ser entregue em julho de 2015.

## Testes de controle de qualidade

O controle de qualidade de dados aplicado pelo CARGO se baseia no mais recente *GTSP Real-Time Quality Control Manual* (UNESCO-IOC, 2010). Este manual é mundialmente reconhecido e utilizado por instituições de renome na Oceanografia, como é o caso da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), a agência nacional norte-americana de gerenciamento, monitoramento e pesquisa oceanográfica e atmosférica.

Os testes seguem uma ordem criteriosa de etapas a serem cumpridas e muitas delas são eliminatórias. A primeira etapa consiste em avaliar a localização e a identificação dos perfis. Nela é verificado se o perfil se encontra em águas oceânicas ou sobre o continente, se as informações contidas no arquivo bruto são suficientes, como a propriedade coletada, se a data de coleta está coerente, entre outros. Se o perfil for aprovado, este é submetido à segunda etapa, que consiste em avaliar o perfil em si, ou seja, os valores das propriedades em questão (temperatura e salini-



dade). Nesta etapa, verifica-se a presença de dados espúrios, a variação dos valores dos gradientes verticais entre pontos consecutivos do perfil, a possibilidade de serem excedidos os limites de valores globais e regionais pelos parâmetros medidos, entre outros. Ao passar por esta etapa, o perfil é submetido aos testes climatológicos. Fazem então comparações com valores climatológicos sazonais e mensais para a mesma região em que se encontra o perfil em questão, através de cálculos estatísticos. A climatologia de referência para a região oceânica brasileira é a do banco de dados *World Ocean Atlas 2009*, mantido pelo *National Oceanographic Data Center (NODC)*, da NOAA. Os testes foram reescritos em linguagem *Python* e atualmente funcionam para perfis de CTD e XBT. Em futuras versões, os desenvolvedores, em parceria com os usuários, vislumbram a implementação da qualificação de outras propriedades relevantes da água do mar.

## Interface Gráfica

Motivados, entre outros aspectos, pela descontinuação da linguagem de programação *Visual Basic*, na qual o CARGO foi inicialmente desenvolvido, a equipe de desenvolvedores optou pela escolha da linguagem *Python*. Esta é uma linguagem livre, que descarta investimento financeiro, além de possuir constantes atualizações e suporte de longo prazo. *Python* é uma linguagem de programação moderna e versátil, de alto nível, multi-plataforma, que permite desenvolvimento modular, facilitando a leitura do código, sua atualização e adição de novas funcionalidades. Sua característica interativa permite testar o código à medida que ele é desenvolvido de forma instantânea, acelerando bastante o processo e potencializando o trabalho em equipe. Atualmente, é uma linguagem amplamente utilizada em diversas aplicações. Adicionalmente, permite a portabilidade para diversos sistemas operacio-

nais, dentre eles o *Windows 7* e o *Suse Linux Enterprise Desktop (SLED)*, ambos homologados para uso na Marinha do Brasil.

Com a oportunidade de iniciar o desenvolvimento desde a base, foram adotadas práticas modernas de design de interface gráfica amigável e leve, com mais recursos visuais e de ação para o usuário. São diversas opções automatizadas de carregamento dos dados. Pode-se carregar um único perfil, uma comissão oceanográfica completa, ou mesmo dados aleatórios que se situam dentro de um mesmo conjunto de dados, categorizados por região, navio, cruzeiro, ano, mês, estação do ano, etc.

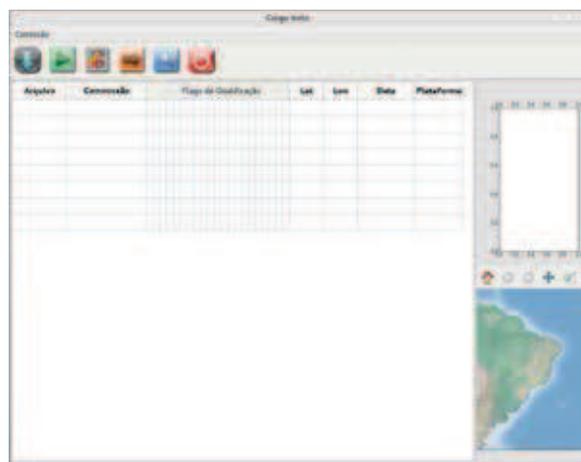


Figura 1: Tela inicial do sistema CARGO.

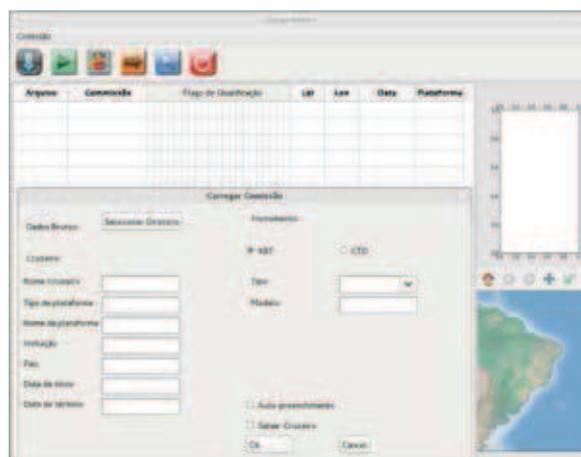


Figura 2: Ao acionar o botão de carregamento dos dados, o usuário indica o endereço no qual os arquivos se encontram e preenche algumas informações relevantes a respeito dos dados.

A tela inicial do CARGO está ilustrada na Figura 1. Trata-se de uma tabela em que os arquivos a serem qualificados serão distribuídos. Ao selecionar o botão de carregamento dos arquivos dos dados (primeiro à esquerda), uma tela nova interage com o usuário (Figura 2), onde este fornece o endereço dos dados a serem carregados e preenche algumas informações úteis e relevantes sobre os mesmos.

Ao terminar a leitura dos dados, as informações são preenchidas na tabela da interface principal. No exemplo da Figura 3, três perfis foram carregados. Informações gerais sobre cada perfil são mostradas na tabela, tais como o nome da comissão a qual pertencem, localização geográfica, data e a embarcação utilizada. Pode-se ainda plotar os perfis de temperatura e salinidade (para os dados de CTD), ou somente de temperatura (para os dados de XBT), no painel superior direito da tela através de um clique simples no nome do arquivo. Esta é uma ferramenta de pré-visualização dos dados viabilizada antes mesmo de se executar os testes, para que o usuário possa ter uma noção mais significativa do conjunto de dados. Já o painel inferior direito ilustra um mapa com a localização das estações, ou seja, os pontos onde os perfis em questão foram coletados. Tais ferramentas já permitem que o usuário faça uma pré-avaliação visual dos dados e tenha uma noção inicial de como estes dados se encontram.

Após acionar o botão de executar os testes (verde), o sistema informa ao usuário, durante a execução, se o perfil obteve sucesso ou falhou em cada um dos testes (Figura 4, painel esquerdo). Ao mesmo tempo, a tabela central da tela vai sendo alimentada conforme os testes são executados. No término, a tabela indica em quais testes cada perfil falhou e permite ao usuário algumas ações, tais como excluir, editar ou aceitar o perfil. O sistema ainda sugere algumas edições genéricas para corrigir um perfil que não se deseja excluir.

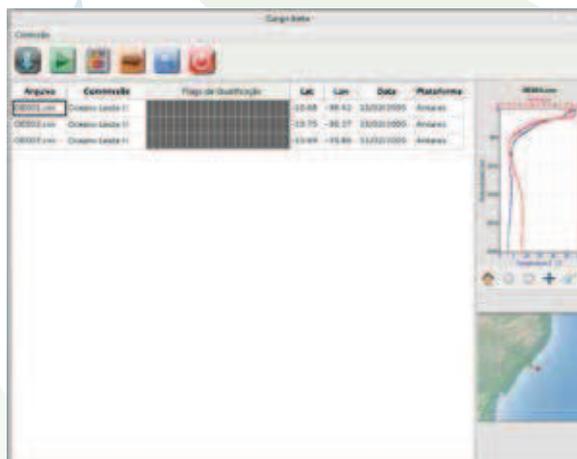


Figura 3: Exemplo de perfis carregados pelo CARGO. A tabela central contém informações relevantes, tais como a comissão a qual pertencem os dados, localização de cada perfil, data e a plataforma utilizada. À direita, ferramentas de pré-visualização dos perfis permitem a plotagem da localização das estações de coleta em um mapa e, ainda, a plotagem dos perfis de dados de temperatura e/ou salinidade.

O sistema permite ainda diversas opções de armazenamento e exportação dos dados. Pode-se exportar somente os perfis com problemas, somente os perfis aprovados em todos os testes, ou todos os perfis qualificados. Edições posteriores podem ser realizadas sem a necessidade de processar o mesmo conjunto de dados. O sistema reconhece os arquivos e comissões já executadas por possuir um banco de dados relacional.

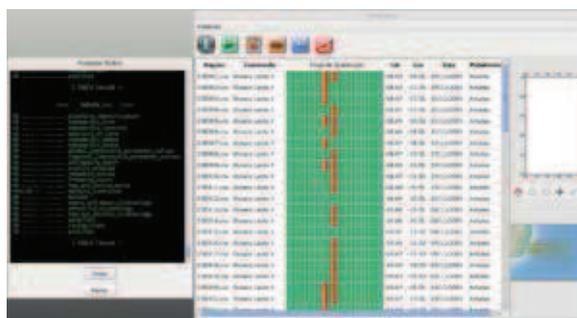


Figura 4: Enquanto o sistema executa os testes, este informa, a todo momento, em quais testes cada perfil falhou (destacados em vermelho). Na tabela o usuário pode acessar os problemas de cada perfil e tem as opções de fazer edições, excluir ou aceitar os perfis com problemas.



Por fim, mas ainda em fase de implementação, é definido um botão de pesquisa (azul). Conforme o usuário complete a qualificação de diferentes dados, o banco estruturado interno fica extremamente abrangente e heterogêneo, com dados de múltiplos equipamentos, em diferentes datas, pertencentes a diferentes projetos, comissões ou cruzeiros e em diferentes regiões do globo. A grande vantagem é que, ao passar pelo CARGO, eles ficam em um formato padronizado. Com isso, torna-se possível a consulta imediata e a exportação de dados para outras finalidades. Esta consulta é extremamente flexível, permitindo estabelecer critérios de busca, baseados em região, data, natureza, navio, equipamento, profundidade, dentre outros, facilitando o uso destes dados para finalidades técnicas, científicas ou operacionais.

## Considerações Finais

O CARGO, na sua nova versão, permitirá que futuras atualizações e funcionalidades sejam incluídas com facilidade, devido ao uso da linguagem *Python* em toda a sua estrutura modular. Sua primeira versão deverá ser entregue em julho de 2015. O plano é que o sistema se torne

cada vez mais automático e incorpore a possibilidade de leitura de outros equipamentos e outras propriedades da água do mar comumente utilizadas. A expectativa é que o novo CARGO continue atendendo a demanda da Marinha do Brasil de forma mais ágil e simples, com o compromisso da equipe de desenvolvedores em manter a sua atualização, de acordo com as inovações que surgirem no campo de qualificação e armazenamento de dados oceanográficos.

---

## Referências Bibliográficas

Xavier, B. C. 2008. Sistema de Previsão do Ambiente Acústico para o Planejamento das Operações Navais – SISPRES. Rev. Ressurgência, 2, 52-53.

Soutelino, R. G.; Calado, L.; Pacheco, S. C. C.; Lobato, A. F.; Miranda, J.A.; Godoi, V. A.; Paula, A. C. 2012. SISPRES 5.0: Reestruturação do software, aumento de resolução espacial e incorporação de novos parâmetros. Rev. Ressurgência 6, 34-38.

UNESCO-IOC, 2010. GTSP Real-Time Quality Control Manual, First Revised Edition. IOC Manuals and Guides No. 22, Revised Edition.

