

MODELAÇÃO OPERACIONAL NO ESTUÁRIO DO TEJO – REALTIME (ACOPLAMENTO DE UM MODELO E DE UM SISTEMA AUTOMÁTICO DE AQUISIÇÃO DE DADOS)

Anjos, D.¹; Fernandes, R.²; Lino, S.³; Pita, G.⁴; Neves, R.⁵

¹ Instituto Superior Técnico; remechido@hotmail.com

² Maretec/Instituto Superior Técnico; rfernandes.maretec@taguspark.pt

³ Instituto Superior Técnico; slino@netcabo.pt

⁴ Instituto Superior Técnico; Tel: 218417376; Fax: 218417365; gabrielpita@ist.utl.pt

⁵ Maretec/Instituto Superior Técnico; Tel: 214239018; ramiro.neves@ist.utl.pt

SUMÁRIO

O presente trabalho pretende evidenciar a importância que têm os modelos operacionais na gestão de ecossistemas aquáticos. Este tipo de gestão deve assentar em três pontos fundamentais: a recolha de dados (monitorização), a modelação e a publicação tanto dos dados recolhidos como dos resultados alcançados. O trabalho consiste na implementação e teste de um destes programas de gestão – REALTIME. São apresentadas as três fases de trabalho. Em primeiro lugar é apresentado o sistema de aquisição de dados montado e em funcionamento no Estuário do Tejo. Seguidamente são apresentados resultados do modelo usado MOHID (modelo hidrodinâmico e biogeoquímico) comparando-os com os dados obtidos. Por fim é apresentada a página (Internet) publicada em sítio público para disponibilização dos dados recolhidos e onde se pretende também publicar alguns dos resultados do modelo.

Palavras-chave: REALTIME, monitorização, qualidade da água, Estuário do Tejo, aquisição de dados, MOHID, modelo operacional

1 INTRODUÇÃO

Devido às constantes pressões que se têm vindo a sentir de um modo crescente sobre a água, sendo cada vez maior a procura por água de boa qualidade e a utilização de meios aquáticos para depósito de efluentes, tornou-se imperativo criar condições no seio da Comunidade Europeia para melhorar a qualidade da água dos Estados-Membros e definir meios a manter essa qualidade.

Neste âmbito foram definidas pelo Conselho Europeu, em 1995, conclusões que obrigam à delimitação de uma nova Directiva-Quadro da Água.

Desta forma, surge a Directiva 2000/60/CE do Parlamento e Conselho Europeu, de 23 de Outubro de 2000, que estabelece o quadro de acção comunitária no domínio da política da água. A data limite para a transposição para a legislação nacional é dia 22 de Dezembro de 2003.

Esta directiva tem como objectivo principal a definição de um quadro comunitário para a protecção das águas de superfície, transição, subterrâneas e costeiras. Visa a prevenção bem como a redução dos níveis de poluição do ambiente. Implica também uma melhoria dos ecossistemas aquáticos e redução de impactes relacionados com secas e inundações.

Um dos pontos sobre o qual se debruça esta directiva é a monitorização. Os Estados-Membros devem garantir a existência de programas deste tipo que permitam uma análise do estado das águas no seu território. Desta forma cada país tem também a responsabilidade de criar instrumentos de gestão fiáveis

que permitam avaliar a situação actual em tempo útil dos resultados das intervenções baseadas nesses mesmos instrumentos.

A base para a gestão de ecossistemas nomeadamente de estuários está no conhecimento profundo da sua situação actual através de dados obtidos no local, e também dos processos que tomam lugar no ecossistema, com o auxílio de experiências e modelos.

Este tipo de gestão destina-se a apoiar os processos de decisão relacionados com o ecossistema em questão. Têm especial importância nas situações de emergência que exigem decisões em curto espaço de tempo. Neste caso os modelos operacionais são mais seguros, representando para os decisores um instrumento de extrema importância.

Os modelos operacionais funcionam em tempo real e têm que ser constantemente validados por séries de dados, de preferência também em tempo real, de modo a perceber qual a qualidade dos resultados do modelo sempre que estes sejam necessários. O utilizador que necessita de determinados resultados do modelo poderá saber na altura que os adquire se estes estão ajustados à realidade.

A vantagem da utilização deste tipo de modelos é que permite uma observação sistemática de processos importantes. É possível trabalhar com dados provenientes de um número reduzido de pontos fazendo a extrapolação para outros pontos para o mesmo instante da aquisição de dados e ainda previsões. Desta forma os modelos não só possibilitam o diagnóstico como também o prognóstico do estado de ecossistemas Para que seja possível esta articulação entre dados recolhidos e os resultados do modelo, os parâmetros terão de ser adquiridos pelos sensores e transmitidos para a base de dados em contínuo. A publicação dos resultados do modelo torna-se também um estímulo para melhoramentos deste uma vez que a sua evolução se faz a partir de dados e de estudo de processos.

Só por si, a disponibilização dos dados representa já um instrumento de gestão, de modo que terão de ser criadas condições para que o utilizador possa aceder aos dados de acordo com as suas necessidades, criando para isso interfaces e plataformas que facilitem esse acesso.

Com a finalidade de criar e desenvolver um sistema integrado de modelos, aquisição de dados e armazenamento de dados de suporte à gestão, monitorização e investigação de regiões costeiras surge o projecto REALTIME.

1.1 REALTIME – MODELAÇÃO E AQUISIÇÃO DE DADOS EM TEMPO REAL PARA A GESTÃO COSTEIRA

Este projecto teve o seu início a 1 de Janeiro de 2001 e foi prevista uma duração de três anos para o seu desenvolvimento. Conta com a participação de várias instituições como o Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa, a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, o LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil), o Instituto Hidrográfico da Marinha (IH) bem como a Hidromod, Lda.. O IMAR (Instituto do Mar) está responsável pela sua coordenação.

Trata-se de um projecto integrador e interdisciplinar que, tendo por base as últimas tecnologias em aquisição de dados e visualização, pretende desenvolver um Sistema Integrado de Modelos e Aquisição, Armazenamento e Publicação de Dados para a Gestão, Monitorização e Investigação em Zonas Costeiras.

Para tal deverão ser cumpridos os seguintes objectivos específicos:

1. Adaptação de um modelo convencional aumentando a robustez do código, facilidade de entrada de dados e de visualização dos resultados,
2. Melhoramento de uma base de dados baseada na Internet, para processamento e publicação dos dados adquiridos pelos sensores e dos resultados do modelo,
3. Desenvolvimento de um sistema automático de aquisição e transferência de dados,
4. Melhoramento da representação de processos, através de estudos específicos,
5. Implementação e teste do sistema num local (e.g. Tejo).

As variáveis de estado a considerar no trabalho de campo são as relevantes para a gestão e que podem ser medidas usando sensores: velocidade, temperatura, salinidade, pH, O₂, amónia, clorofila e matéria em suspensão.

2 OBJECTIVOS

O presente trabalho assenta em três objectivos iniciais, cada um deles envolvendo tipos de conhecimentos diferentes e abrangendo diferentes áreas da Engenharia do Ambiente:

2.1 IMPLEMENTAÇÃO DO UM SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS NO ESTUÁRIO DO TEJO

Pretende-se nesta fase uma familiarização com o equipamento utilizado e com os diferentes sensores. Esta familiarização passa pelo conhecimento do funcionamento dos aparelhos que constituem todo o equipamento, a sua manutenção, calibração bem como da sua correcta utilização. Fazem parte deste ponto também a comunicação entre os aparelhos e a comunicação entre o sistema de aquisição e o utilizador.

É também pretendido o desenvolvimento de competências nas técnicas de amostragem e monitorização a curto e a longo prazo. Tão importante como o funcionamento dos sensores é o conhecimento dos procedimentos correctos para a aquisição de dados nas circunstâncias deste trabalho.

Trata-se de um ponto determinante uma vez que é sobre os dados recolhidos que se vão desenvolver os restantes objectivos.

2.2 CRIAÇÃO DE UMA BASE DE DADOS

O presente trabalho tem também como propósito a criação de uma base de dados, onde possam ser armazenados todos os dados adquiridos pelo sistema.

Todos os disponíveis poderão ser descarregados a qualquer altura para esta base de dados em terra pelo gestor do sistema através de uma rede normal de telemóvel GSM.

Pretende-se ainda que os dados adquiridos sejam publicados em sítio público na Internet.

2.3 MODELO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO ESTUÁRIO DO TEJO

Familiarização com o modelo MOHID.

Publicação em simultâneo de dados adquiridos e alguns resultados do modelo via Internet. Esta página deve estar automatizada para, consoante a escolha do utilizador, ir buscar à base de dados referida anteriormente a informação necessária e disponibilizá-la da maneira mais conveniente.

3 METODOLOGIA

3.1 SENSORES E PÂRAMETROS MONITORIZADOS

Como base de todo o projecto em desenvolvimento está a instrumentação e o equipamento utilizado. Torna-se portanto imprescindível um conhecimento profundo do funcionamento de todas as componentes do sistema de aquisição de dados. É também indispensável a calibração e verificação do correcto funcionamento de todos os sensores e aparelhos utilizados. Trata-se assim de uma parte fundamental no presente trabalho uma vez que vai permitir uma maior confiança nos dados recolhidos, exigindo também uma investigação e desenvolvimento de competências na área da instrumentação, monitorização e amostragem.

Procura-se neste ponto aplicar tanto os procedimentos indicados pelos fabricantes de cada instrumento, como também efectuar uma pesquisa no que se prende com as boas práticas em monitorização e instrumentação. Desta forma numa primeira fase, é feito o reconhecimento de todo o sistema e seus constituintes e seguidamente passa-se para a calibração.

Os parâmetros a serem monitorizados serão temperatura, condutividade/salinidade, oxigénio dissolvido, pH, turbidez, profundidade, clorofila, correntes (velocidade).

3.2 MONTAGEM DO SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS

Após a calibração e verificação do normal funcionamento de todos os constituintes, é necessário proceder à montagem do sistema de aquisição de dados.

A aquisição de dados é feita através de um data logger que além de funcionar como armazenador de dados é também responsável pela transmissão de comandos aos instrumentos a ele ligados de forma a obter as leituras de dados desejadas. É ainda responsável pela comunicação dos dados adquiridos ao utilizador.

Após a montagem de todo o sistema é necessário dar início à aquisição de dados em contínuo. Para tal o sistema de aquisição é montado numa bóia disponibilizada pela Direcção de Faróis. Esta bóia encontra-se ancorada no limite do Estuário do Tejo a 38° 40,6 N e 9° 16,6 W e faz parte do sistema de navegação de auxílio à entrada no Porto de Lisboa.



Figura 1 – Estuário do Tejo – Localização da bóia onde está instalado o equipamento.

3.3 CRIAÇÃO DE UMA BASE DE DADOS

Foi criada uma base de dados em *Access* com os campos correspondentes aos campos recebidos do *data logger*. No entanto os dados chegam em formato ASCII e é necessário convertê-los para que sejam inseridos correctamente na base de dados. Foi ainda desenvolvida uma pequena aplicação em *Visual Basic 6*, que “transporta” a informação que vem no ficheiro que foi descarregado para terra, para a base de dados *Access*.

4 RECOLHA E PUBLICAÇÃO DE DADOS

O sistema de aquisição de dados tem estado operacional desde dia 28 de Julho de 2003 de modo que existem dados adquiridos desde essa altura até ao passado dia 25 de Setembro. Existem algumas lacunas nesses dados, devido a falhas do sistema ou interrupções para manutenção do equipamento. Foram obtidas séries de dados para cada um dos parâmetros monitorizados.

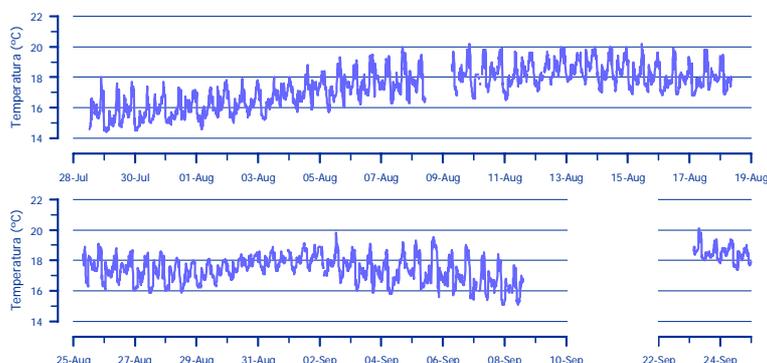


Figura 2 – Exemplo de uma série de dados recolhida (temperatura da água)

Como já referido, os dados adquiridos são armazenados numa base de dados sendo depois disponibilizados on-line via Internet.

Em <http://www.mohid.com/tejo-op> (sítio público) é possível escolher, nos dados de campo automáticos, a bóia situada ao largo de Paço de Arcos. O utilizador é direccionado para uma página programada para, consoante a sua escolha, ir à base de dados e disponibilizar a informação desejada em forma de tabela, gráfico ou ficheiro em formato Microsoft Excel.

O funcionamento desta página construída em HTML (HyperText Markup Language) e ASP (Active Server Pages), além do Javascript inerente a todo o sítio que embeleza os seus menus, é bastante simples. Esta contém um procedimento automático que verifica o intervalo de tempo para o qual existem dados e disponibiliza essa informação numa linha para que o utilizador esteja consciente das escolhas que pode fazer nesse campo.

Se o utilizador pretender visualizar uma tabela no seu Browser a página devolve uma criada em HTML e preparada para receber todos os 11 campos disponibilizados on-line (Figura 3). Se a escolha recair no gráfico a página vai devolver uma imagem que representa um gráfico de pontos do Excel para o intervalo de instantes escolhido. Em ambos os casos é possível criar um ficheiro que contém uma tabela

Excel com todos os campos disponibilizados para o intervalo de tempo pretendido. Este ficheiro poderá então ser guardado no computador do utilizador ou aberto numa janela à parte (será necessário estar instalado o Microsoft Excel).



Figura 3– Página do Modelo Operacional do Estuário do Tejo evidenciando os parâmetros disponibilizados.

Nos campos onde não existem dados são mostrados dois hífen (“--”) na tentativa de não induzir o utilizador em erro. Foi por esta razão que o tipo de gráficos mostrado é de pontos, para que seja evidente o vazio quando os dados não existem.

É de notar que o utilizador comum não pode aceder toda a informação disponível na base de dados mas só a alguns parâmetros de maior interesse. São eles a “temperatura da água”, o “pH”, a “salinidade”, o “oxigénio dissolvido” e “saturado”, a “turbidez”, “clorofila a” e a “velocidade” e “direcção da corrente”. No futuro pretende-se fazer um site de utilização restrita e com toda a informação disponível na base de dados on-line.

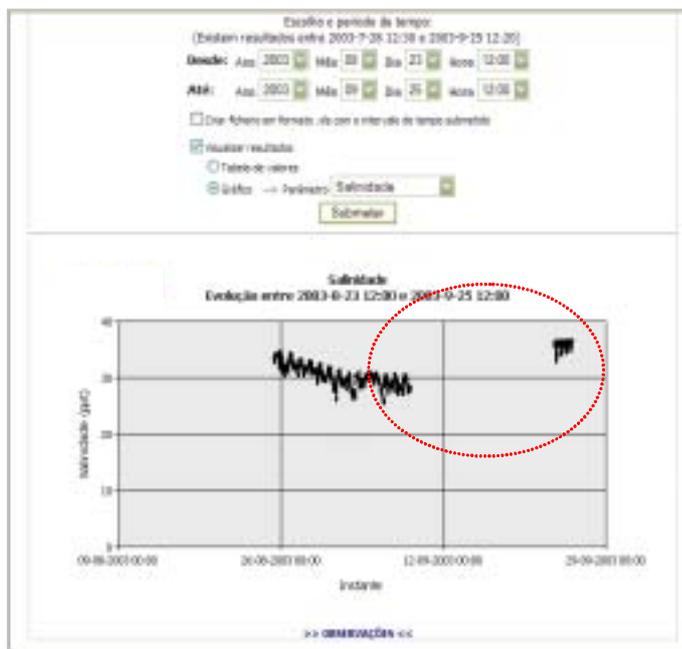


Figura 4– Exemplo do tipo de gráfico que é disponibilizado on-line evidenciando os vazios de informação.

Depois de feita qualquer destas opções, ou seja, depois de o utilizador ter utilizado a página e suas funções ASP é disponibilizado um link “Observações” onde sucintamente se descreve o porquê da existência da página bem como algumas indicações importantes sobre a informação disponibilizada.

5 MODELO DE ESTUÁRIO

O MOHID consiste num modelo tridimensional desenvolvido pelo grupo de investigação de tecnologias marinhas (MARETEC) do Instituto Superior Técnico e pela Hidromod. Este modelo é usado em diversas áreas científicas nomeadamente na hidrodinâmica, ondas, transporte de sedimentos, qualidade da água e ecologia, fluxo de água no solo e derrames de hidrocarbonetos.

Consiste num modelo que permite a simulação de processos físicos, químicos e biológicos. Esta complexidade de processos pode ser executada em qualquer número de dimensões (1D, 2D, 3D).

Trata-se de um modelo cuja programação é orientada por objectos e cuja linguagem utilizada é a ANSI Fortran 95.

O modelo em si é composto por um grande número de módulos, em que cada um deles corresponde a um tipo de informação (hidrodinâmica, qualidade da água, etc.). Este tipo de estrutura permite que os erros não passem de uns módulos para outros.

De seguida dão-se alguns exemplos destes e uma breve descrição de como funcionam.

O módulo hidrodinâmico resolve a forma primitiva tridimensional das equações de movimento. Já o módulo euleriano simula a evolução das propriedades da água em toda a coluna de água. O módulo de transporte lagrangeano utiliza o conceito de traçadores para simular processos localizados com elevados gradientes. Existe também o módulo da qualidade da água que simula para cada ponto da malha a produção e destruição de uma determinada propriedade. A informação acerca da energia cinética turbulenta é fornecida aos restantes módulos pelo módulo da turbulência.

Outra característica do modelo é a possibilidade de execução do programa em cascata, de modo que cada execução do modelo crie condições de fronteira para a execução do modelo seguinte. Este tipo de organização permite por exemplo um sucessivo estreitamento da malha (Figura 5).

A malha computacional, onde o modelo é executado, é o local onde se define a topografia/batimetria da zona em estudo, bem como a geometria vertical. Trabalha com volume finitos e permite escolher qual a

camada que se pretende estudar, de modo que permite, por exemplo, individualizar diferentes ecossistemas. A definição da malha computacional aceita ainda fronteiras móveis, o que permite a modelação em estuários das zonas entre marés.

São diversas as variáveis de estado que são simuladas pelo modelo. No campo hidrodinâmico são simuladas componentes da velocidade, os fluxos e os níveis. No que se prende com a densidade da água, a temperatura e a salinidade são as variáveis de estado modeladas. Existe uma série de outras variáveis de estado associadas a cada um dos módulos do programa. Na qualidade da água temos por exemplo o oxigénio dissolvido, os nitratos ou o fitoplâncton.

No que diz respeito à comunicação entre o utilizador e o modelo esta é feita através de um interface em ambiente Windows. Possui ainda um pós-processador que permite a visualização dos ficheiros criados durante a execução do modelo. Permite a criação de figuras a partir desses mesmos ficheiros sendo também possível obter animações que ilustram a evolução do sistema.

5.1 CONDIÇÕES DE EXECUÇÃO DO MODELO

Os resultados do modelo MOHID foram obtidos através do projecto de modelação operacional para o Estuário do Tejo, que vem sendo desenvolvido desde o segundo trimestre de 2003.

Assim, é seguida uma metodologia de modelos encaixados ou em cascata (o denominado “nested modelling”) com o objectivo de impor as condições de fronteira de oceano aberto (efeitos de larga escala) ao nível de modelos mais confinados (efeitos de pequena escala).

Desta forma, num primeiro nível existe um modelo global que cobre quase toda a costa Portuguesa, com uma malha de 168 x 223 (passo espacial de 2 km). Este modelo é apenas forçado com vento e maré, assumindo discretização vertical (execução em 2D), e sem gradientes de densidade, sendo esta apenas função da pressão (aproximação barotrópica). O passo temporal é de 15 segundos.

Existe então um segundo modelo regional encaixado no primeiro, abrangendo toda a costa da Estremadura incluindo o próprio estuário do Tejo, com uma malha de 162 x 162 (passo espacial mínimo de 300 m (ver figura). Aqui o passo temporal é de 30 segundos. Este modelo é também bidimensional, (com apenas uma camada vertical), sendo também forçado com as descargas dos rios Tejo (médias diárias), Trancão (média anual), Sorraia (média anual) e ETAR's envolventes (médias anuais). Este modelo simula não só processos hidrodinâmicos como também processos biogeoquímicos (daí se entrar com as descargas das ETAR's) na coluna de água e no fundo. Trata-se de um modelo baroclinico, em que a densidade é não só função da pressão, como também da temperatura e da salinidade.

Ambos os modelos são também forçados na interface água-atmosfera através do modelo atmosférico de previsão do IST (meteo.ist.utl.pt).

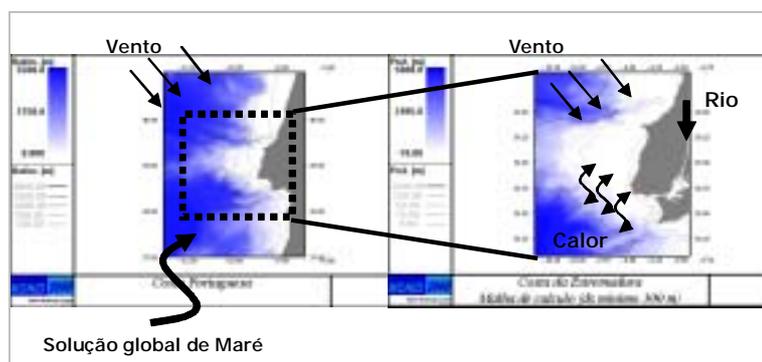


Figura 5 – Esquema de modelos encaixados.

5.2 RESULTADOS DO MODELO E COMPARAÇÃO COM OS DADO DE CAMPO

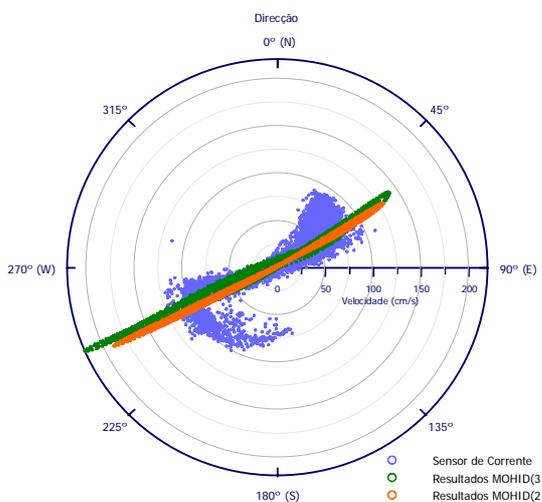


Figura 6 – Representação dos vetores de velocidade (dados vs resultados do Modelo)

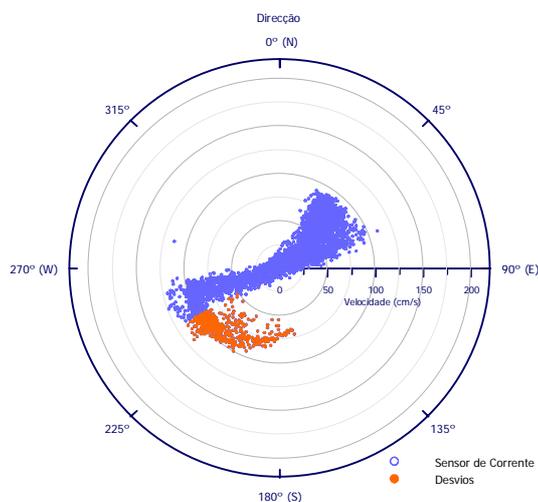


Figura 7 – Representação dos vetores de velocidade (desvios)

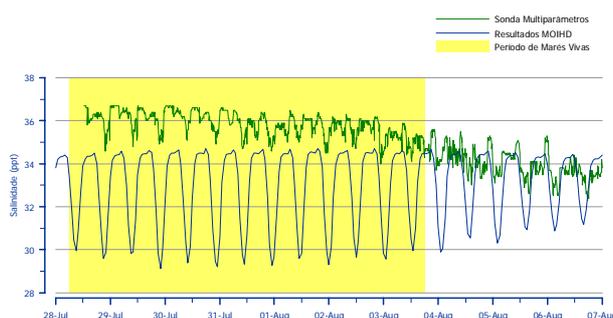


Figura 8 – Série de dados (Salinidade) e resultados do Modelo

6 CONCLUSÕES

O Modelo Operacional do Estuário do Tejo encontra-se agora a dar os seus primeiros passos, tratando-se este trabalho de uma fase de implementação e teste do sistema como um todo. No seu decorrer procurou-se avaliar e integrar cada uma das suas vertentes, a aquisição de dados e modelação, identificando os aspectos a melhorar e corrigir e os que deverão ser mantidos. Resultou ainda na disponibilização dos dados adquiridos através do desenvolvimento de uma base de dados e uma página na Internet acessível a qualquer utilizador.

Estando este programa no seu início, apresentaram-se algumas dificuldades no que diz respeito à aquisição de dados. O acesso ao equipamento é dificultado pela sua localização, isto porque as deslocações ao local são limitadas pelas condições meteorológicas, pelo estado do mar e pela situação de maré. Desta forma a manutenção e calibração do sistema fica comprometida. Dos dados recolhidos e da evolução das leituras de cada um dos sensores calibráveis, estima-se que seja necessário repetir as intervenções no equipamento para limpeza e calibração em intervalos não superiores a um mês (idealmente de quinze em quinze dias) de modo a que uma maior percentagem dos dados recolhidos seja válida. Este procedimento torna-se necessário não só devido aos desvios normais da calibração dos sensores, mas também devido ao crescimento biológico sobre todo o equipamento submerso que dificulta o funcionamento da maior parte dos aparelhos.

A avaliação preliminar dos resultados do modelo (MOHID) e dos dados recolhidos revelam uma boa aproximação do modelo à realidade, nomeadamente no que diz respeito à intensidade e direcção de corrente. São ainda detectados alguns desvios nos dados de campo da velocidade em certas situações (Figura 7). Este comportamento pode ser explicado por um má resposta do sensor de corrente em situações de elevada inclinação do aparelho. Estes desvios das leituras ocorrem sobretudo em período de marés vivas e a meio da vazante, ou seja, em instantes em que a velocidade se espera máxima e em que o equipamento se irá encontrar na sua posição mais inclinada. Apesar do sensor de corrente compensar a leitura do efeito da inclinação, o erro associado às medições será tanto maior quanto a inclinação.

O que se pretende é que estes dados adquiridos no estuário, além de constituírem um instrumento útil para a monitorização do estuário, sejam um meio de calibração do modelo.

A integração do MOHID e do sistema de aquisição de dados resulta numa ferramenta de grande utilidade para a gestão de ecossistemas aquáticos. Isto significa ainda uma redução de custos em relação a um programa de monitorização tradicional, permitindo ainda uma observação em contínuo dos principais processos que determinam o funcionamento do estuário enquanto ecossistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Campos, L; Lúcio, L; Vilar, S.; *Programação em Visual Basic 6* (FCA - Editora de Informática, LDA.); Neves, R.; Silva, ; Braunschweig, F.; Chambel Leitão, P.; Wandel, R.; Pina, P.; Pita, G., *Hidroinformática e Optimização da Gestão de Ecossistemas Aquáticos*; Portela, L., *Modelação matemática de processos hidrodinâmicos e de qualidade da água no Estuário do Tejo, Dissertação para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia do Ambiente*, (Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, 1996); *Dicionário Breve de Física*, 1ª Edição, (Editorial Presença, 1996); *H2O[®] Water Quality Multiprobe - Operating Manual*, (Hydrolab Corporation, 1995); *MINItrackII - In-situ Miniature Fluorimeter* (Chelsea Instruments); *MOHID a Water System Model - Hydrodynamic Module - User Guide* (Instituto Superior Técnico); *Operating Manual - Doppler Current Sensor 3900R* (Aanderaa, Maio 2001); *Real Time Modelling and Data Acquisition For Coastal Management Technical Annex (Pre-Proposal)*; *Surface Water Quality Monitoring* (Texas Resource Conservation Commission, Junho 1999); Hydrolab [[Web Page](http://www.hydrolab.com)] «(2002 <http://www.hydrolab.com>)» Março de 2003; INAG Atlas da Água [[Web Page](http://snirh.inag.pt/snirh/atlas/main_nav_fr.php?item=2)] «(http://snirh.inag.pt/snirh/atlas/main_nav_fr.php?item=2)» Abril de 2003; INAG Sistema Nacional de Recursos Hídricos [[Web Page](http://snirh.inag.pt)] «(<http://snirh.inag.pt>)» Abril de 2003; Instituto de Conservação da Natureza Reserva Natural do Estuário do Tejo [[Web Page](http://www.icn.pt)] «(2002 <http://www.icn.pt>)» Maio de 2003; International Water Assessment Center Tagus [[Web Page](http://www.iwac-riza.org)] «(2002 <http://www.iwac-riza.org>)» Junho de 2003; SCADPlus Directiva-quadro no domínio da água [[Web Page](http://europa.eu.int/scadplus/printversion/pt/lvb/128002b.htm)] «(2002 <http://europa.eu.int/scadplus/printversion/pt/lvb/128002b.htm>)» Março de 2003; SCADPlus Liberdade de acesso à informação [[Web Page](http://europa.eu.int/scadplus/leg/pt/lvb/128091.htm)] «(2003 <http://europa.eu.int/scadplus/leg/pt/lvb/128091.htm>)» Setembro de 2003; SCADPlus Substâncias prioritárias no domínio da água [[Web Page](http://europa.eu.int/scadplus/printversion/pt/lvb/128108.htm)] «(2002 <http://europa.eu.int/scadplus/printversion/pt/lvb/128108.htm>)» Março de 2003; ASP Free [[Web Page](http://forums.aspfree.com)] «(<http://forums.aspfree.com>)» Setembro de 2003; C [[Web Page](http://dbforums.com)] «(<http://dbforums.com>)» Setembro de 2003; devCity.NET [[Web Page](http://www.devcity.net)] «(<http://www.devcity.net>)» Setembro de 2003; EggHeadCafe.com [[Web Page](http://www.eggheadcafe.com)] «(<http://www.eggheadcafe.com>)» Setembro de 2003; Experts Exchange [[Web Page](http://www.experts-exchange.com/Programming/Programming_Languages)] «(http://www.experts-exchange.com/Programming/Programming_Languages)» Setembro de 2003; VBCity.com [[Web Page](http://www.vbcity.com)] «(<http://www.vbcity.com>)» Setembro de 2003.