

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA O PROSSEGUIMENTO DA INVESTIGAÇÃO

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA O PROSSEGUIMENTO DA INVESTIGAÇÃO

6.1 Conclusões

A aplicação de modelos matemáticos ao estudo da hidrodinâmica e da qualidade da água em zonas costeiras, demonstrou que esta ferramenta é particularmente útil para o estudo destes sistemas aquáticos. A calibração e validação destes modelos através de séries representativas de dados obtidos através de medições em protótipo, permite construir poderosos meios informáticos de grande utilidade na tomada de decisão no processo de gestão.

O sucesso e o valor dos resultados obtidos com modelos depende não só da eficiência das técnicas, dos métodos numéricos e da fiabilidade das bases de dados utilizados mas também da perfeita consciência das reais capacidades e limitações introduzidas pelo modelador nas respectivas formulações matemáticas e conceptuais.

A forma modular adoptada na criação do ambiente hidroinformático desenvolvido neste trabalho permite uma economia apreciável na inserção de novos programas e/ou subrotinas que, desta forma, apenas requer o desenvolvimento de uma ferramenta específica para a simulação de um determinado fenómeno. Para além disso, a necessidade de redefinir interfaces para novos modelos é diminuta.

Na fase de construção do ambiente hidroinformático criado foram efectuadas avaliações comparativas de desempenho entre diversos programas, com o objectivo de seleccionar aqueles que se revelassem mais eficientes. Assim, embora não seja muito significativa a

diferença de resultados obtidos entre os programas *RMA2* e *TELEMAC2D*, o primeiro, pelo facto de utilizar elementos quadráticos de oito nós, permite obter melhores resultados em simulações hidrodinâmicas. De facto, da aplicação a um caso de solução analítica conhecida, verifica-se uma melhor aproximação da solução numérica obtida com o programa *RMA2* à solução analítica e uma mais rápida convergência partindo-se do repouso para a solução estacionária.

O melhor desempenho do programa *RMA2* verifica-se também em relação ao modo externo do programa *POM*, quando em fronteiras abertas são impostas condições que são função da elevação da superfície livre. Esta vantagem, explorada com o desenvolvimento do programa *POM-UMH*, implica um agravamento do tempo de cálculo.

A estrutura de programas desenvolvidos para a resolução de problemas de qualidade da água revelou-se eficiente, tanto em casos teóricos simplificados como no estudo de alguns problemas particulares na Ria Arosa. Os processos biogeoquímicos podem ser definidos numa fase inicial com o auxílio do programa *PROCESSOS* e posteriormente adaptados para a resolução de problemas *2DH* com o programa *RMA4-UMQ* e *quasi-3D* com o programa *POM-UMQ*.

A aplicação dos modelos criados ao caso de estudo da Ria Arosa permitiram proceder a uma caracterização deste sistema costeiro, evidenciando as principais características da sua hidrodinâmica e de alguns aspectos de qualidade da água da ria. Um vasto conjunto de informação relativo à ria foi analisado e organizado numa estrutura comum baseada em tecnologias de *SIG*, permitindo a sua eficiente utilização nos aspectos abordados e revelando-se de grande potencialidade para estudos futuros. Os resultados apresentados no **Capítulo 5** foram comparados, sempre que possível, com os que foram obtidos por outros autores, destacando-se a conformidade dos resultados (em termos qualitativos) obtidos no que se refere à hidrodinâmica da ria com os que são apresentados em **Otto** (1975).

6.2 Sugestões para o prosseguimento da investigação

No decorrer de um trabalho de investigação com uma limitação temporal imposta para a sua realização, existem vários assuntos que não podem ser aprofundados tanto quanto seria desejável. Assim, por não ter sido possível desenvolver neste trabalho, sugerem-se seguidamente algumas linhas de investigação que podem ser prosseguidas em trabalhos futuros.

Em primeiro lugar, sugere-se o desenvolvimento de um interface gráfico, acompanhado de um manual do utilizador, que facilite a sua utilização e simultaneamente seja orientador na aplicação do ambiente hidrodinâmico desenvolvido.

O sucesso no desenvolvimento de *software* em geral, e hidrodinâmico em particular, depende fortemente da sua utilização por diferentes modeladores e aplicação ao maior número de casos possível. Assim, entende-se que o ambiente hidrodinâmico poderá ser enriquecido com a elaboração de um conjunto de testes dos modelos desenvolvidos que permitam realizar a validação e a avaliação das suas principais limitações, quando aplicados a casos práticos reais distintos daqueles em que foram utilizados.

As potencialidades do programa *POM-UMH* poderão ser desenvolvidas, estimando-se, em particular, o seu desempenho para resoluções das malhas de elementos finitos associadas ao modo externo inferiores às que são utilizadas no modo interno. Com recurso a técnicas de interpolação, será assim possível obter tempos de cálculo inferiores, ou da mesma ordem de grandeza, quando comparados com os desempenhos da versão original do programa *POM*.

De um modo geral, importa salientar o bom desempenho da versão modificada do modelo *POM (POM-UMH)*, tendo por base a metodologia implementada no modelo *RMA2*, na caracterização tridimensional de sub-regiões do domínio (**Capítulo 4**). Esta capacidade do modelo potencia diversas utilizações e desenvolvimentos futuros. Sublinham-se, em particular, as potencialidade do modelo para a realização de estudos da hidrodinâmica em quaisquer intervenções de defesa e valorização costeira.

Conjugando a natural implementação de novas subrotinas nesta versão do modelo *POM-UMH*, para o cálculo do transporte sedimentar e evolução do fundo móvel associados a correntes de maré e à circulação geral oceânica, com o modelo *POM-UMQ*, tornarão esta estrutura computacional uma poderosa ferramenta em estudos de morfodinâmica a desenvolver em regiões costeiras e estuarinas.

Importa igualmente realçar as potencialidades do modelo *POM-UMQ* no estudo da previsão e evolução de plumas efluentes de emissários submarinos (**Capítulos 4 e 5**). Aproveitando as elevadas capacidades depuradoras do meio oceânico, o recurso a emissários submarinos é uma solução técnica a que com frequência se recorre para a resolução de muitos dos problemas ambientais que decorrem da excessiva ocupação permanente ou temporária da orla costeira. Todavia, sendo a plataforma continental uma região complexa onde ocorrem diferentes mecanismos (vento à superfície, gradientes de densidade, “*runoff*”, correntes de maré, etc.) e um elevado conjunto de processos físicos, não pode ser criado um segundo problema em consequência da má resolução do antecedente. Por conseguinte, uma modelação realística da circulação e dispersão da pluma efluente requer a utilização de um modelo *3D*, ou *quasi-3D* como o agora proposto, para ter em consideração a estrutura interna do escoamento.

Recorrendo a esta estrutura computacional, os estudos prévios de implementação de um exutor submarino permitirão assim definir a melhor localização, o comprimento e a profundidade, sendo as características dos efluentes estabelecidas em função da taxa de diluição dos poluentes lançados no meio marinho.

No que se refere ao caso de estudo da Ria Arosa, será de grande utilidade a criação de um modelo cujo domínio inclua a região oceânica adjacente à ria e que possibilite prever as condições de circulação e de ocorrência de *upwelling* em função das principais acções dinâmicas (vento, correntes litorais e respectivas condições de estratificação). Dada a enorme importância económica do sistema de aquicultura em polígonos de *bateas* na ria, o estudo da variação espacial de produção primária recorrendo aos modelos desenvolvidos afigura-se como um contributo muito relevante para o estudo e optimização do sistema de cultivo.