

**VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS
III SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE
HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS**

Salvador 8 a 13 nov 87

III SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS
Salvador (Baía), BRASIL, 1987 Novembro

IMPACTE DAS ACTIVIDADES E INTERVENÇÕES HUMANAS
NA ORLA COSTEIRA A NORTE DE AVEIRO

POR

F.F.M. VELOSO GOMES ¹

RESUMO -- Com o objectivo de patentear a necessidade de passar a avaliar preventivamente as consequências das actividades e intervenções humanas, o autor reflecte e desenvolve considerações críticas, ilustradas com casos reais multifacetados da orla costeira a norte de Aveiro, envolvendo domínios da hidráulica marítima e fluvio/marítima. São apresentados aspectos relativos à evolução da linha litoral e sua protecção, expansão portuária, extracção de sedimentos, poluição nas praias, problemas de embocaduras, simulação e caracterização fisiográfica.

Inclui-se uma proposta de fluxograma de metodologias na abordagem destas questões.

INTRODUÇÃO

Nas décadas precedentes, a falta de sensibilização ou o desconhecimento da complexidade e interacção que envolve qualquer intervenção nos domínios referidos, bem como a insuficiência das técnicas de previsão então disponíveis, têm sido invocadas como "atenuantes" em relação a erros e omissões cometidos. Na presente década, a não existência de adequadas bases de dados de campo poderá vir a ser responsável pela relativa falta de credibilidade na aplicação de modelos de simulação existentes, pois inviabiliza a indispensável aferição e calibração.

CARACTERIZAÇÃO SUMÁRIA

A faixa do litoral português que merece particular atenção neste trabalho, tem uma extensão de aproximadamente 115 Km. Localiza-se entre a foz do rio Minho (fronteira Norte com a Espanha) e o Furadouro (a Norte da laguna de Aveiro), apresentando um clima mediterrânico sub-húmido de tendência Atlântico ou mediterrânico marítimo. Concentra cerca de 2,5 milhões de habitantes (25% da população nacional).

Apresenta características geomorfológicas que lhe conferem uma certa identidade, embora com peculiaridades:

- estuário do Minho; - zona entre o estuário do Minho e Viana do Castelo, com praias em que predominam cascalhos, pequenas extensões de areia e afloramentos rochosos (22 Km); - estuário do Lima; - zona entre o estuário

¹ MSc. em Ocean Engineering, Doutor em Hidráulica Aplicada.
Professor Auxiliar na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
Investigador do Instituto de Hidráulica e Recursos Hídricos

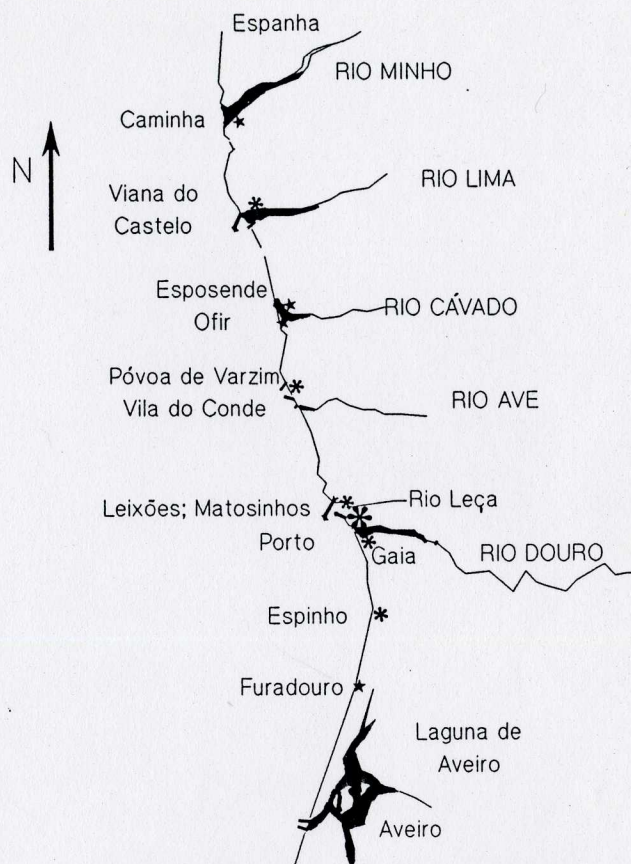


Figura 1. Faixa costeira em análise

rio do Lima e o Porto de Leixões, incluindo o estuário do Cávado, com praias arenosas estreitas, dunas e afloramentos rochosos localizados (55 Km); - zona entre Leixões e o Douro constituída por sucessivos afloramentos rochosos (4 Km) com pequenas acumulações de areia; - estuário do Douro; - zona entre o Douro e o Furadouro constituída por praias arenosas interrompidas por afloramentos rochosos particularmente até Espinho.

Abrange três bacias hidrográficas internacionais, (Minho, Lima e Douro) . Os agentes fisiográficos revelam características semelhantes. As marés revelam-se com amplitudes máximas de 4 m. De uma forma muito sumária refere-se, a título meramente indicativo, o clima de agitação ao largo:

| |
|--------------------------|
| RUMOS: W a W 20° N - 80% |
| W a W 35° S - 20% |

| % DE EXCEDÊNCIA | ALTURAS SIGNIFICATIVAS DA AGITAÇÃO (m) | | | |
|-----------------|--|-----------|-----------|------------|
| | 1.5 a 2.0 | 4.5 a 5.0 | 7.0 a 7.5 | 9.5 a 10.0 |
| | 563 | 86 | 26 | 1 |

EVOLUÇÃO DA LINHA LITORAL E SUA PROTECÇÃO

Em grande parte da extensão citada e à excepção das zonas protegidas com afloramentos naturais rochosos, verificam-se fenómenos de recuo da linha litoral e erosões acentuadas, com emagrecimento das praias e recuo das arribas. Através da comparação de fotografias aéreas estima-se que, no caso mais flagrante, zona próxima de Espinho, se tenham atingido recuos máximos de 8 m/ano entre 1947 e 1978.

A alimentação aluvionar tem sido atribuída aos caudais sólidos fluviais dos cinco rios principais. O transporte longitudinal (ao longo das praias) é gerado pelos componentes longitudinais dos estados de agitação, os quais, ao predominarem energeticamente ao largo com rumos W a W 20° N geram saldos de Norte para Sul (salvo em zonas especiais, como a Sul das embocaduras em que a circulação predomina de Sul para Norte, originando restingas enraizadas a Sul).

Através da verificação de quantitativos dragados em operações de manutenção portuária, estima-se que o transporte aluvionar a Norte de Leixões seja da ordem dos 0,15 a 0,18 × 10⁶ m³/ano. Segundo Mota Oliveira (1982) estes valores são pouco elevados comparativamente à contribuição do Douro quando este não estava regularizado (1,8 × 10⁶ m³/ano). Mas esta contribuição tem sofrido um acentuado e progressivo decréscimo, estimando-se que se atinjam os 0,25 × 10⁶ m³/ano como resultado da recente entrada ao serviço do último aproveitamento hidroeléctrico (Crestuma) localizado no extremo montante do estuário.

A construção dos quebramares dos portos de:

| Quebramar Norte | Comprimento (m) | Máxima profundidade (m) | Blocos e peso (tf) |
|------------------|-----------------|-------------------------|---------------------------|
| Viana do Castelo | 2170 | -8 (ao Z.H.) | dólos 15 tetrápodes 36 |
| Póvoa de Varzim | 950 | -10 | tetrápodes 36 |
| Leixões/Porto | 2250 | -20 | tetrápodes 40 cubos 90 |

originou a intercepção de grande parte do transporte sólido litoral, verificando-se acreações a barlar dos quebramares Norte e erosões a sotamar dos quebramares Sul (os quais são de menores dimensões).

Admite-se internacionalmente (ver referência bibliográfica) a ocorrência contemporânea de um processo de subida generalizada do nível médio do mar, subida associada a fenómenos naturais e, sobretudo, a consequências da acção do Homem (fusão das massas glaciárias como resultado de alterações climáticas por "efeito de estufa"). Só parcialmente este aspecto poderá explicar os recuos verificados nas praias. Os elementos disponíveis, referentes a Leixões, não são conclusivos e terão de ser encarados com reserva face à dificuldade em interpretar os valores designados por "nível médio", considerando as marés, agitação, "wind set-up" e "wave set-up".

| ANO | 1956 | 1961 | 1971 | 1976 | 1978 | 1981 | 1984 |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Nível médio (mm) | 1998 | 2300 | 2018 | 2192 | 2080 | 2252 | 2138 |

De facto, a construção das barragens no Douro e seus afluentes, a expansão portuária e os abusos na ocupação do litoral na região, contribuíram forte

mente para acelerar o avanço do mar. E se a nível de poluição se pretende praticar o conceito do "poluidor pagador", a nível da faixa costeira não há notícia de se ter aplicado o conceito do "promotor (ou iniciador) pagador".

A sobreocupação da faixa litoral e a construção de edifícios e arruamentos nas antepraias altera a dinâmica dos movimentos transversais sazonais, gerando condições que impedem a engorda das praias em tempo calmo (Ofir, Amorosa, Esposende, Aguçadoura, Mindelo). E o pisoteio da vegetação que recobre as dunas favorece a acção erosiva dos ventos (Ofir, Âncora).

Toda a faixa litoral referenciada, necessita de um plano de protecção costeira, constituído por um coerente conjunto de medidas a ser implementadas gradualmente, mas firmemente, especificadas no tempo e espaço, para que se consiga um adequado grau de protecção em relação a situações existentes ou previsíveis.

As protecções pontuais, com obras longitudinais aderentes não resultaram e não resultarão a não ser como medidas transitórias de emergência (Amorosa, Castelo do Queijo, Espinho, Esmoriz, Furadouro). Os esporões deverão ser enquadrados em campos, com preocupação dos efeitos de "sombra" a sotamar, e a sua extensão deverá ser progressivamente aumentada à medida que se verifica a engorda. Os quebramares destacados poderão constituir alternativa quando for possível tirar vantagem de afloramentos rochosos paralelos à praia. O enchimento artificial em conjugação com outro tipo de intervenções aparece como medida promissória face à redução significativa do transporte litoral longitudinal.

EXPANSÃO PORTUÁRIA

Os projectos de expansão portuária dos portos comerciais e de pesca do Norte não incluíram, até hoje, estudos de impacte ambiental, no respeitante à dinâmica do litoral, dinâmica das embocaduras, vida aquática, poluição, intrusão salina.

Esta omissão não deverá repetir-se. Mesmo as fases ainda não executadas, mas já previstas nos planos de ordenamento portuário (Viana do Castelo) poderão ser revistas nos casos em que se anteveja ter a intervenção implicações que extravasam a perspectiva meramente portuária, como é o caso da realização de aterros em sapais e dragagens nos canais de navegação sitos em estuários.

A quantificação económica/social das consequências de tais acções, na componente biológica do ecossistema, é difícil. Mas há que assumir conscientemente essas consequências, sacrificando apenas o que é manifestamente indispensável, melhorando e protegendo o que resta, incentivando novas formas de povoamento e produção piscícola. A aquacultura poderá constituir uma medida compensatória ao tirar partido de novas condições de habitat favorável proporcionado nas zonas de "sombra" dos quebramares.

Embora no início dos anos oitenta tenha sido promovido, pela Direcção Geral dos Portos, um "estudo de um esquema orientador do desenvolvimento integrado dos portos do Norte de Portugal", a questão da expansão não está aprofundada e um grande ponto de interrogação subsiste em relação ao próximo século. Trata-se de um problema nacional que abrange cerca de 30% da população, território e produção nacional, alargando-se também a um hinterland Espanhol. Envolve o trinómio porto de Leixões (o segundo maior de Portugal)/porto de Aveiro/porto de Viana do Castelo, portos onde estão em curso importantes investimentos.

Em qualquer desses portos terá de continuar a haver uma forte preocupação de modernização e rentabilização. Mas a sua futura expansão exigirá investimentos de tal maneira vultosos e terá condicionantes de impacto que implicarão uma decisão integrada.

Com efeito, a expansão de Leixões, só possível para o exterior, exige a construção de mais quebramares de águas profundas, com todos os problemas técnicos inerentes (não superados internacionalmente) e que têm custado ao País dezenas de milhões de contos em reconstruções, reparações e atrasos. Induzirá alterações muito acentuadas em toda a zona urbana do Porto, particularmente na zona ribeirinha da Foz ao Castelo do Queijo, zona com uma rica personalidade que ficaria diluída no complexo portuário. Alterará, agravando ainda mais, a evolução dinâmica do litoral exigindo intervenções complementares delicadas. Obrigará a uma forte desaceleração do investimento nos outros dois portos.

A não expansão do porto de Leixões, para além dos seus actuais limites, exige uma forte aposta na expansão dos portos de Aveiro e/ou Viana do Castelo, o primeiro sítio numa laguna e o segundo num estuário. Os problemas de impacto ambiental e social terão de ser equacionados.

É altura de estas questões começarem a ser aprofundadas. O tempo urge.

EXTRACÇÃO DE SEDIMENTOS

A extracção de sedimentos, incluindo areias, nas zonas fluvio-marítimas e fluviais do Norte tem estado associada a obras de expansão e exploração portuária, utilização como inertes na construção civil, regularização e canalização fluvial. Nas praias e dunas marítimas tal extracção está ajuizadamente suspensa desde 1980.

Não pode ser posta em causa a necessidade de tais extracções. Em alguns casos será até indispensável, do ponto de vista ambiental, dragar fundos de tal forma poluídos que impossibilitam a autodepuração biológica (cone de dejectão do Rio Leça na doca 4 em Leixões). Trata-se sim de um problema de controlo efectivo, através da previsão das consequências de tais extracções, sua localização e delimitação. De um total descontrolo num passado recente, com permissividade dos agentes de fiscalização, surgiram consequências não previstas que preocupam presentemente diversas entidades e representantes da população:

- intrusão salina nos rios e napas freáticas, com implicações na agricultura, captações de águas urbanas e industriais;
- degradação de muitas das zonas envolventes ao local de extracção, por destruição da vegetação, construção de aterros, depósitos de entulho e desperdícios, construção de edificações nos caminhos expressamente abertos para acesso às margens;
- alterações na composição dos sedimentos e na turvação com o lançamento de "águas de lavagem" não decantadas;
- alterações, não inventariadas, dos perfis do leito menor, com formação de "fundões" com implicações fisiográficas e originando situações de perigo para nadadores (várias mortes);
- destruição de pavimentos de estradas nacionais, por escorrência de águas salinas a partir das caixas dos camiões;
- fuga gritante a impostos através de declarações irrisórias de valores extraídos.

Por parte das entidades oficiais responsáveis pelo sector, apraz registar nos últimos anos, uma nova atitude de controlo. Numa fase em que a maioria das concessões de exploração estão prestes a terminar (caso do rio Lima) e em que será necessário atribuir, por concurso, novas concessões, quando muito estão em fase de arranque os estudos de caracterização física das bacias hidrográficas, propostas de intervenção e respectivo impacte, os quais já presentemente deveriam estar disponíveis de forma a habilitar tomadas de decisão apoiadas em cartas de zonamento e planos de extracção bem fundamentados.

POLUIÇÃO NAS PRAIAS

Diversas praias e as suas águas, da faixa em referência, incluindo as mais densamente povoadas, apresentam índices de poluição inaceitáveis (praias das cidades de Matosinhos, do Porto e de Gaia). A não percepção da real gravidade da situação, por parte das populações, não motivou uma forte pressão pública para que se tomassem medidas de emergência bem como medidas de fundo que passam por um repensar de todo o sistema sanitário.

Há recentes indícios de que as autoridades autárquicas e sanitárias começam a pretender enfrentar o problema de uma forma mais decidida (infelizmente, a não existência de significativos fluxos turísticos nórdicos não possibilitou que, tal como aconteceu em Albufeira, Algarve, uma denúncia geral na imprensa britânica obrigasse à tomada de rápidas medidas sanitárias). Neste caso, o facto de as águas do litoral Norte serem frias e de elevada turbulência, constitui um factor favorável.

Em toda a zona Norte, há presentemente uma única Estação de Tratamento de Águas Residuais em funcionamento (Maia). Existem vários projectos, ainda não concretizados, de outras. O destino final dos efluentes não tratados têm sido as ribeiras, os rios, os estuários, as praias e o mar. E como os rios (ainda) escoam de montante para jusante (litoral) e as correntes de agitação marítima são de Norte para Sul, qualquer fonte poluidora tem consequências que extravasam o âmbito do Município, exigindo uma abordagem integrada. A esmagadora maioria das indústrias não procede, impunemente, ao tratamento dos seus efluentes. O destino final dos efluentes, após tratamento, terá também de ser perspectiva do de uma forma integrada. As condições adversas de agitação não favorecem, técnica e economicamente, uma implantação generalizada de exdutores submarinos.

Há também alguma falta de civismo e de fiscalização ao possibilitar-se que muitas praias constituam autênticas amostragens de lixeiras e mesmo vazadouros de detritos de toda a espécie (entre muitas outras, diversas praias a Sul do Porto). Descargas pontuais associadas à navegação marítima complicam a situação, nas zonas próximas dos portos.

Saliente-se, em todo o caso, que existem muitas praias fora da lista negra, particularmente as que se localizam fora dos centros populacionais e industriais. Constituem locais aprazíveis, repousantes e tonificantes, exemplos de respeito que todas as outras deveriam merecer. E talvez o concurso da bandeira azul com os padrões da C.E.E., venha a ser motivador de uma melhoria de qualidade sanitária.

Há que assegurar que as docas portuárias não continuem a ser autênticas bacias receptoras de águas residuais, urbanas e industriais. É o caso do porto de Leixões, onde a agressividade do meio aquático devido às descargas da zona industrial e urbana de Matosinhos, bem como à recepção das águas do rio Leça (dos

mais poluídos da Europa), é de tal nível que, em certas áreas, a própria durabilidade dos betões começa a gerar preocupações.

A situação tornar-se-á potencialmente crítica se os vizinhos espanhóis acabarem por instalar um depósito de resíduos nucleares (com objectivos experimentais?!), na fronteira, nas proximidades do rio Douro.

PROBLEMAS DE EMBOCADURAS. SIMULAÇÃO

O comportamento dinâmico das embocaduras tem sido alterado nos últimos dois decénios devido a modificações nos regimes fluviais e à construção de obras fluvio/marítimas (Porto de Viana do Castelo no rio Lima, aterro marginal recente na foz do rio Cávado).

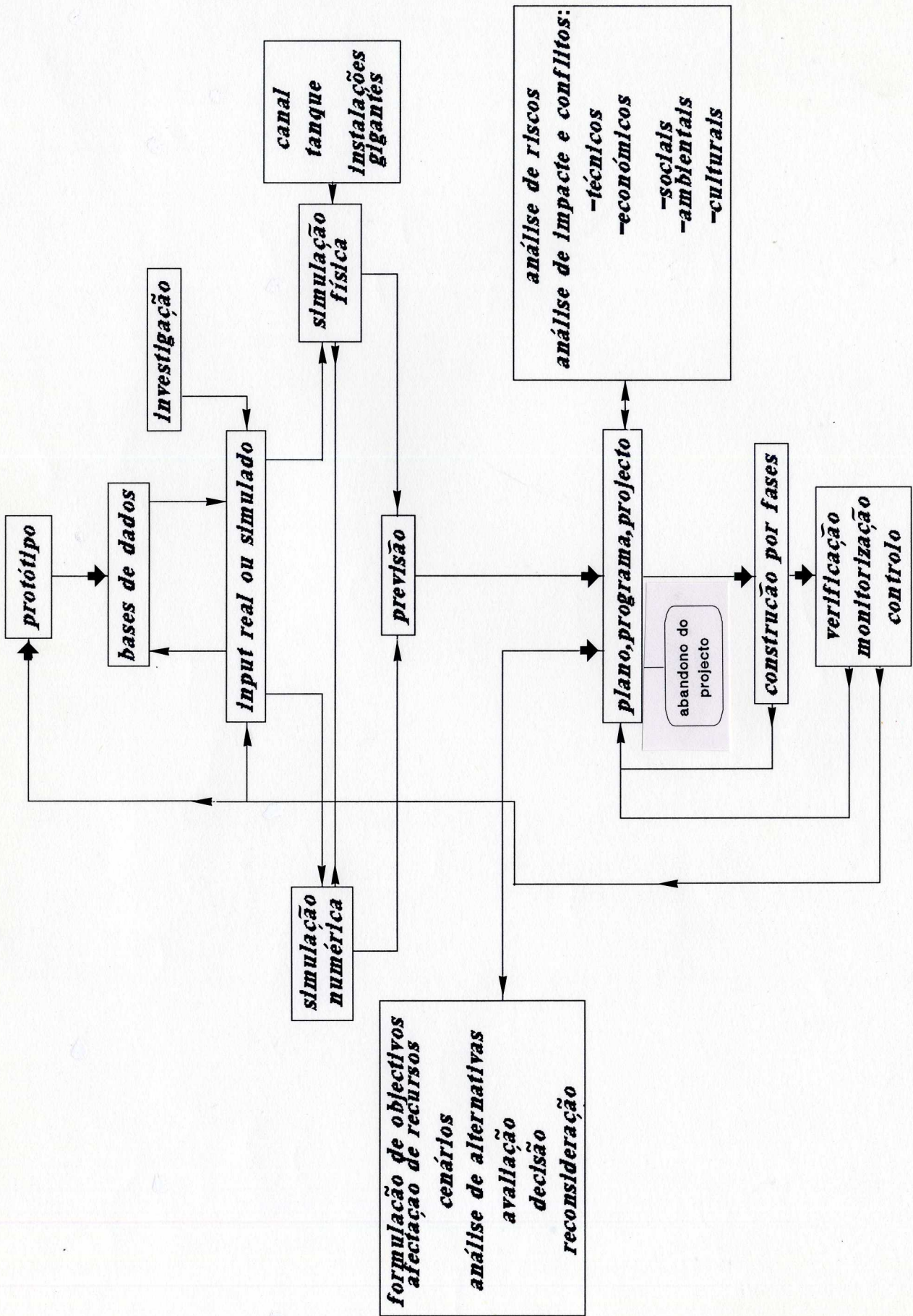
No caso da embocadura do Douro, a construção dos oito aproveitamentos hidroelétricos portugueses (representando 45% da produção energética, de origem hídrica, nacional), bem como os aproveitamentos espanhóis, modificaram o regime fluvial (caudais líquidos e sólidos). Resultou, como já foi referido, uma significativa diminuição da quantidade de sedimentos lançados no mar, bem como uma distorção no "jogo" relativo de acções dinâmicas associadas às correntes de maré, agitação marítima e escoamento fluvial. A barra assoreou e a configuração e mobilidade da restinga alteraram-se, contribuindo para o emagrecimento das praias a Sul.

Com uma visão de futuro, os aproveitamentos hidroelétricos do Douro foram dotados de eclusas de navegação fluvial. Estão em curso os trabalhos finais de canalização (dragagens) nas zonas montante das albufeiras para possibilitar a concretização do Projecto de Navegabilidade do Rio Douro. Subsiste o problema da embocadura.

Tal como nos restantes estuários do Norte, os fenómenos hidrodinâmicos no seu interior, na embocadura e no mar são quantitativamente mal conhecidos. A menos de levantamentos topo-hidrográficos (ainda que com indefinições quanto aos estratos rochosos submersos), não existem adequadas bases de dados com distribuições espaciais e temporais de grandezas físicas. Preocupante ainda é não estarem em curso campanhas de campo periódicas nem existirem equipamentos de registo instalados que possibilitem uma confiante aferição de modelos hidrodinâmicos actualmente disponíveis. Com efeito, os modelos de transporte de sedimentos de agitação e de qualidade da água, entre outros, sejam eles modelos físicos ou matemáticos, exigem uma aplicação crítica em que as calibrações e aferições são essenciais para garantir a sua fiabilidade na previsão (horizontes de projecto de muitas dezenas de anos), sob pena de qualquer semelhança com a realidade ser uma mera coincidência...

Considera-se que, particularmente no caso das embocaduras em que existem fortes interacções de agitação, marés e correntes fluviais, com fundos móveis (interacção entre fenómenos hidráulicos e morfológicos), as técnicas de simulação numérica ainda não dispensam totalmente o recurso ao modelo laboratorial devido a insuficiências de conhecimentos sobre os aspectos físicos envolvidos e quantificação das suas interacções (ver fluxograma).

O canal da embocadura do Douro, levantou ao longo dos tempos problemas à navegação, razão pela qual foi construído o porto artificial de Leixões e o porto da cidade do Porto praticamente extinguiu-se. Mas na actualidade, a barra encontra-se estrangulada, nem sempre oferecendo segurança mesmo à navegação de



pesca e recreio. As dragagens, por si só, têm efeitos de curta duração pelo que são necessárias intervenções mais delicadas para possibilitar a navegação fluvio-marítima (molhes, docas, aterros, dragagens).

CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA. MONITORIZAÇÃO

Antecedendo a aplicação de técnicas de simulação é necessário dispor de adequadas bases de dados para possibilitar a caracterização, nomeadamente a caracterização fisiográfica (bem como a química, a biológica e a geológica). A simulação, ao ser inicialmente aplicada na explicação e quantificação de fenómenos presentes e passados conhecidos, permitirá a previsão de comportamentos para novos cenários resultantes de evoluções naturais ou provocadas artificialmente.

É inaceitável que os últimos levantamentos topo-hidrográficos de alguns estuários datem de há quase um quarto de século (caso do rio Lima e seu estuário a montante da zona portuária)! É inaceitável que, à excepção de levantamentos hidrográficos, e de registos de marés e indicações sobre a agitação ao largo não existam, nem estejam a ser executados, na faixa litoral Norte (aliás como em quase todo o litoral português), campanhas sistemáticas sobre a agitação (com ondógrafos direccionais instalados ao largo e em zonas singulares), sobre correntes (particularmente nos estuários), sobre sedimentos e sua evolução sobre propagação das marés nos estuários e sobre diversos fenómenos de interacção. Um exemplo positivo constitui a campanha em fase de arranque na laguna de Aveiro.

As campanhas de campo não podem apenas ser suscitadas aquando da elaboração dos estudos. As inferências probabilísticas necessárias, para horizontes de projecto de dezenas ou centenas de anos não são válidas a partir de uma amostragem temporalmente reduzida a um ou dois anos.

A mesma falha se verifica em relação à monitorização de intervenções e obras executadas. É excepção de realce, o início da observação do comportamento de algumas estruturas marítimas (quebramares).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Directiva do Conselho das Comunidades Europeias 85/337/CEE de 1985 Julho 5 obriga os Estados Membros a adoptarem até 1988 procedimentos de avaliação do impacte ambiental que poderão resultar da implementação de projectos, nomeadamente nas áreas de ordenamento das zonas urbanas, portos comerciais e de recreio, estradas, canalização e regularização de cursos de água, barragens e outras infraestruturas de retenção de água, de instalações de tratamento de águas residuais, extracção de inertes e captação de água. Trata-se de uma excelente oportunidade para exigir a sua aplicação e confiar nos benefícios que daí advirão para as actuais e futuras gerações.

Urge passar a implementar diversas medidas e estratégias de protecção, de que se salienta:

- avaliação de projectos após realização de estudos exaustivos, pluridisciplinares e com a intervenção racional e responsabilizada das diversas entidades envolvidas, com uma metodologia que se sugere em fluxograma, incluindo a simulação e modelação recorrendo a modelos numéricos e / ou físicos.
- Elaboração de programas e realização de campanhas de recolha de dados de

- campo para enriquecimento contínuo de bases de dados.
- promoção de acções de sensibilização com uma acentuada componente técnica/ambiental, junto de autarcas, e inclusão mais generalizada dessas preocupações nos programas dos cursos universitários e cursos médios.

REFERÊNCIAS

- CONFERÊNCIA DAS REGIÕES PERIFÉRICAS MARÍTIMAS DA CEE - Carta Europeia do Litoral. Ed. Comissão de Coordenação da Região Norte, Porto, 1982.
- MOTA OLIVEIRA, I.B.; VALLE, A.J.S.F.; MIRANDA, F.C.C. - "Littoral Problems in the Portuguese West Coast". Coastal Engineering Conference. Proceedings . Cape Town, p. 1950 a p. 1969, 1982.
- PRINS, J.E. - Impact of Sea Level Rise on Society. Delft Hydraulics Laboratory the Netherlands. Proceedings of a Workshop, p. 33, 1986.
- SOARES DE CARVALHO, G. - A Evolução e o Ordenamento do Litoral do Minho. Ed. Parque Nacional da Peneda-Gerês, p. 35, 1986.
- VELOSO-GOMES, F.F.M. - Estruturas e Intervenções de Protecção Costeira. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Ed. Curso Mestrado, p. 100 , 1986.