Os novos dois novos molhes do Douro localizam-se na embocadura (barra) do estuário inferior do rio Douro. Na margem direita desse estuário localiza-se a cidade do Porto e na margem esquerda a cidade de Vila Nova de Gaia.

É um projeto que teve uma génese muito polémica relacionada com questões paisagísticas e ambientais. O projeto foi concretizado e está a ser avaliado. Para alicerçar uma avaliação preliminar apresenta-se um enquadramento da intervenção através de considerações sobre hidromorfologia, cheias, dinâmica sedimentar, ocupação humana e sobre a navegabilidade.

Hidromorfologia e cheias no estuário

Existe um razoável conhecimento da hidrodinâmica e da hidromorfologia do estuário mas subsistem dificuldades em elaborar previsões das evoluções a longo prazo em relação ao estuário inferior e em relação à zona costeiras a sotamar. Existe um elevado hidrodinamismo associado aos caudais (valores da ordem das centenas de m3/s a 17.000 m3/s), marés (amplitudes até 4m) e agitação marítima (ondas máximas até 18 m) e à intensa interacção entre estes agentes físicos e as fronteiras sólidas naturais e artificiais. Têm sido aplicados diferentes modelos numéricos de várias origens e nacionalidades, com diferentes objectivos, pressupostos e dados de base, metodologias de calibração. Subsiste a necessidade de aprofundar muitas questões científicas e de aplicação ao estuário.



O Cabedelo (restinga) e a embocadura (barra) do Douro antes da construção dos "molhes". Um estuário caracterizado por um elevado hidrodinamismo associado aos caudais, marés e agitação marítima e à intensa interação com as fronteiras sólidas naturais e artificiais.

O regime hidrológico no estuário é muito variável. Os caudais de cheia originam historicamente inundações nas zonas urbanas adjacentes à margem (Ribeira, Miragaia, Gaia). Existem mais de 300 anos de registos de cheias. Estas só são parcialmente controláveis, pelas comportas nas barragens, até caudais da ordem dos 7.000 a 9.000 m3/s. Apesar do longo historial de cheias, surgiram nas últimas cheias pedidos de indemnizações, nomeadamente de proprietários de estabelecimentos comerciais e de restauração afectados. O licenciamento da construção e do licenciamento de atividades em zonas de cheia terá de ter em

consideração uma realidade que é histórica e de controlo limitado. Por outro lado, os caudais de estiagem são muito dependentes do regime de exploração energético das barragens. Sob o ponto de vista ecológico é necessário assegurar caudais mínimos.

A dinâmica sedimentar

O transporte de sedimentos arenosos em direção à embocadura está, presentemente, muito dependente da ocorrência de caudais (velocidades) muito elevados (cheias) e da disponibilidade de fontes sedimentares a montante. Comparativamente ao que ocorria há três décadas atrás, esse transporte é muito reduzido e irregular ao longo do ano e dos anos. É a consequência da existência de uma cascata de albufeiras de aproveitamentos hidráulicos, da extração de areias ao longo do rio, de que resultou a formação de numerosos fundões e, a uma escala temporal geológica, à subida do nível médio do mar. Sendo o transporte de sedimentos função não linear do campo de correntes, anulando-se esse transporte para velocidades (ou forças trativas) inferiores a certos valores mínimos, pode-se verificar que o transporte de sedimentos no rio dotado com uma cascata de barragens e albufeiras é muito menor que uma situação de ausência de aproveitamentos.

Por outro lado, a extração de sedimentos a montante do estuário e no estuário, que no passado ocorreram em montantes muito elevados, retirou do sistema volumes apreciáveis e indispensáveis ao trânsito sedimentar ao longo da costa. De uma situação no passado com um transporte anual de sedimentos arenosos estimado em montantes que atingiriam níveis entre 1 e 2 milhões de m3, atingiu-se presentemente uma situação de transporte anual de apenas algumas dezenas ou centenas de milhares de m3/ano (valores anuais muito dependentes da ocorrência de caudais de cheia). Verifica-se uma drástica redução do transporte sólido. Na barra, o canal navegável era instável e “fechava”. Foi mantido artificialmente à custa de dragagens. Com algumas exceções, as areias dragadas foram comercializadas, pelo que não foram repostas no sistema, agravando o défice sedimentar. As consequências foram patentes na instabilidade da restinga e no

desaparecimento de um grande banco submerso exterior. As ações erosivas nas praias a sul da embocadura, com especial incidência nos Concelhos de Gaia, Espinho e Ovar, conjuntamente com a expansão urbana em áreas vulneráveis tem levado a uma crescente artificialização da costa com obras de defesa para tentar controlar os riscos a que estão submetidos esses aglomerados urbanos.

A ocupação humana

As margens do estuário inferior do rio Douro foram historicamente moldadas por atividades náuticas. O traçado em planta dos muros marginais, as suas cotas e as cotas dos arruamentos, os cais, os molhes, a presença de escadas, rampas, cabeços de amarração são marcas de um passado glorioso relacionado com o comércio e nos tempos atuais com o turismo.

As pontes, o relevo, a vegetação, o casario desenhado pela história, as vias marginais, as plataformas e os cais personalizam e humanizam uma paisagem única de valor mundial. Os cheiros, os ruídos, a movimentação de embarcações e as pessoas dão vida e temperam essa paisagem. À noite, com a iluminação, a paisagem torna o ambiente quase mítico!

Na proximidade da barra destaca-se a importância histórica do que resta do conjunto monumental idealizado por D. Miguel da Silva, no século XVI, para a margem direita da barra do Douro: o torreão abobadado que serviu de capela e de farol, a Capela de S. Miguel-O-Anjo. O pontal da Cantareira ou dos Pilotos e o seu marégrafo, a Meia-Laranja (1805), o Passeio Alegre e o seu jardim, os molhes do Touro e de Felgueiras, todos centenários, têm um enorme valor patrimonial e de uso público.

Verifica-se uma acentuada e quase contínua ocupação urbana das margens do baixo e médio estuário e uma intensa pressão no sentido da intensificação e expansão dessa urbanização em direção ao plano de água e em direção às zonas ainda não edificadas. As margens e vias rodoviárias marginais foram objeto de assinaláveis intervenções de requalificação urbanística e ambiental. Projetos de ligações fluviais urbanas ainda não foram concretizados. O estuário do Douro e as suas margens, com destaque para as zonas da Ribeira e Foz no Porto e para o cais

de Gaia, constituem um património natural, paisagístico e cultural reconhecido como de excelência. A população e os turistas afluem em massa às margens do estuário inferior nos acontecimentos festivos e desportivos. A requalificação que tem sido realizada das margens e envolventes constitui um exemplo notável a nível internacional. O esforço dessa requalificação deve intensificar-se em relação ao património habitacional ribeirinho ainda degradado.

A navegabilidade, a artificialização da embocadura e os projetos de molhes

A história regista as dificuldades de navegação na barra desde 1450 e numerosos naufrágios na barra do Douro. Como consequência das cheias de 1909, diversas embarcações foram atiradas para as margens do estuário. Foram desenvolvidos dezenas de projetos para a estabilização da embocadura do estuário do Douro. Projetos dos engenheiros Bigot (1843), Freebody (1854) Nogueira Soares (1881), Coode (1881), são alguns dos muitos que ficaram registados.

A morfologia da embocadura do estuário do Douro revela-se altamente variável e influencia a hidrodinâmica em todo o estuário. É condicionada fundamentalmente pelo regime de caudais e pela acção da agitação. De um total mais de uma centena de cartas topo-hidrográficas disponíveis desde 1872, na maioria à escala 1:2500 (68 cartas são anteriores a 1900), é possível a obtenção de dados sobre a dinâmica do Cabedelo (restinga, flecha litoral). O sistema hidrodinâmico configura o Cabedelo de forma a procurar respostas à acção simultânea das marés, agitação e correntes fluviais. Todo um possível espectro de estados de agitação e caudais fluviais na presença de maré, associado a uma maior ou menor persistência e intensidade de estados excepcionais, permite explicar qualitativamente a maioria das configurações do Cabedelo e da embocadura do Douro ao longo dos anos. Porém, a restinga e os bancos submersos arenosos exteriores à embocadura evidenciaram, a partir dos anos oitenta do Século XX, nítidos sinais de emagrecimento, recuo (migração) para montante, alterações da configuração da extremidade e fragilidade de toda a restinga nunca anteriormente registados. A restinga recuou cerca de 600 m em 150 anos. Uma nova dinâmica surgiu pondo em causa a segurança nas margens estuarinas.

Aumentaram nos finais do Século XX as ações diretas da agitação, correntes e marés sobre as margens (Passeio Alegre, Cantareira, Afurada). As margens são delimitadas por estruturas, algumas centenárias, muito vulneráveis a essas acções. Os galgamentos, ruturas, emagrecimento e movimento para montante da restinga, reduziram a área de sapal e alteraram a hidrodinâmica e a hidromorfologia local. Em 1990 registaram-se acontecimentos graves na zona marginal da Cantareira/Sobreiras que motivaram a conceção de uma estrutura de defesa que é um jardim e um espaço de lazer (conceção IHRH / FEUP 1990, projeto de execução Hidrotécnica Portuguesa 1993).

Projetos para novos molhes

Depois de um polémico projeto apresentado em 1995 foi lançado um novo concurso agora de conceção, projeto e construção.

Uma equipa da FEUP/FAUP/ICBAS avaliou em 2000 as sete propostas submetidas ao Concurso Público Internacional para a “Empreitada de Conceção, Projeto e Construção das Obras Necessárias à Melhoria das Acessibilidades e das Condições de Segurança da Barra do Douro”.

A documentação produzida inclui uma síntese da avaliação das propostas de conceção (evidenciando os pontos fortes e fracos), uma descrição das soluções propostas, uma detalhada análise dos estudos apresentados pelos concorrentes recorrendo a modelos numéricos, uma síntese de questões ambientais, uma comparação das propostas de preços e ainda uma coleção de peças desenhadas evidenciando as soluções preconizadas.

Na avaliação das propostas foram ponderadas diversas preocupações, não só sobre a qualidade do desenho, mas também sobre um possível encerramento indesejável da relação visual com o grande horizonte do oceano, numa cidade em que essa relação é uma das suas mais-valias. Uma solução reduzida à sua elementaridade técnica e por ela garantida seria a resposta menos gravosa. Para isso, a qualidade do seu desenho, geral e de pormenor, o impacto da sua volumetria, a qualidade das relações de continuidade ou de assumida descontinuidade com a envolvente, natural ou construída, foram importantes fatores de apreciação. Considerou-se da

maior importância, a avaliação do impacto das alternativas na paisagem, na proteção das margens sul e norte, na zona costeira a sul, nas cheias, na intrusão salina, na restinga e no sapal, na navegabilidade, na relação com a zona urbana envolvente.

A melhor proposta foi selecionada numa análise multicritério. Essa proposta foi concretizada e está hoje presente e integra o património edificado da barra do Douro.

A alternativa escolhida e concretizada

Em 2007/2008, foi concluída a construção dos dois novos molhes ou quebramares na foz do rio Douro. A proposta foi selecionada por uma comissão nomeada para o efeito.



A embocadura do rio Douro em Outubro de 2009, com os molhes centenários de Felgueiras e Touro (margem direita), eng. Luís Gomes de Carvalho (na extremidade da restinga) e os novos quebramares na margem direita e na embocadura (quebramar destacado).

A publicação editada por ocasião da atribuição do "Prémio Secil 2009 Engenharia Civil. Molhe Norte da Barra do Douro" ao Engenheiro Silveira Ramos (2010, Edição Ordem dos Engenheiros e Secil) apresenta a implantação geral das obras, os seus objetivos e antecedentes, as dificuldades e condicionantes, as soluções técnicas e a equipa técnica.

Na margem direita, foi executado um quebramar vertical galgável (cota de coroamento +7 m ZH), com um comprimento de 521 m, em caixões pré-fabricados, celulares de betão, assentes nos fundos rochosos (no prolongamento do centenário "molhe do touro", em enrocamento).

Na margem esquerda, foi executado um quebramar destacado galgável (cota de coroamento+6m ZH), em taludes com blocos cúbicos "antifer" (em betão), ligado à Restinga através de um esporão submerso.

Impactos dos novos molhes

Os molhes e os impactos morfológicos

Os impactes dos novos molhes na zona costeira a sul e no comportamento da própria restinga e embocadura estão em processo de avaliação (FEUP/IHRH 2012). A restinga ficou robustecida mas é necessário salvaguardar que parte da sua extensão, junto do enraizamento do molhe sul, não ultrapassará uma determinada cota que impeça o seu funcionamento com "fusível" em caso de cheia. A rutura da restinga no troço a sul do enfiamento das "Pedras do Lima" ocorre em situação de cheia. Na cheia de Dezembro de 1909 (só excedida pela cheia de 1739), o Cabedelo

praticamente desapareceu, tendo retomado uma configuração contínua até ao enraizamento, na margem esquerda, em junho desse ano. A partir dos anos 90, estas ruturas e os galgamentos da restinga passaram a ocorrer mais frequentemente e para situações de cheias menos gravosas.

Na Bacia de S. Paio existe um sapal de reduzida área comparativamente aos outros sapais dos estuários portugueses mas com um elevado interesse ecológico. Ao longo de muitos anos esteve submetido a fortes cargas poluentes e à deposição de resíduos sólidos bem como a recobrimento com areias quando ocorriam galgamentos na restinga pela agitação marítima. Está atualmente recuperado. O Cabedelo e as zonas de sapal, particularmente da Baía de S. Paio, são muito importantes sob o ponto de vista ecológico para várias espécies, principalmente para peixes e aves que as utilizam para alimentação, nidificação ou local de paragem durante as rotas migratórias. Os novos molhes do Douro contribuíram para a sua estabilização evitando o desaparecimento e galgamentos acentuados do Cabedelo indutores de movimentos de massas de areias para o sapal.



O sapal do estuário inferior do Douro em fase de assinalável recuperação, contrariando os que vaticinavam uma destruição em consequência da construção dos molhes do Douro.

Os molhes, as comunidades piscatórias e novas condições para a náutica de recreio

As comunidades piscatórias historicamente e culturalmente sedeadas no estuário inferior (Afurada) e que desenvolvem a sua atividade no mar enfrentavam problemas relacionados com a instabilidade e más condições de segurança na barra que actualmente se encontra protegida com os novos molhes.

No entanto não existirão condições de navegabilidade durante todos os dias do ano,

aliás como acontece nos portos comerciais localizados em estuários (com exceção do Tejo).

Verificou-se alguma vivificação sócio – económica dessa comunidade com a construção da primeira fase de um plano específico para o cais da Afurada do núcleo piscatório (Veloso-Gomes, 1988, Consulmar, F. Veloso-Gomes, 1992). Com a recente conclusão da segunda fase, incluída no Programa Polis Gaia, foram criadas boas infra-estruturas que permitem que a situação possa melhorar ainda mais se existir mais dinamismo da própria comunidade. Outras pequenas comunidades piscatórias estão em risco de não sobreviver.

Iniciou-se em 2010 e está concluída a construção do núcleo de recreio o que significa a conclusão do que havia sido proposto no "Plano Director das Estruturas de Apoio às Actividades Piscatória na Afurada" de 1988 (Veloso-Gomes, 1988). Ao contrário do que foi vaticinado por algumas vozes não é um atentado ambiental. Este núcleo de recreio constitui uma importante mais-valia para a região e foi potenciado pela construção dos novos molhes.

Os molhes e a relação com a população

É intenso o usufruto da superestrutura do novo molhe norte, por parte da população local, visitantes e turistas. A pesca lúdica à cana, a contemplação da paisagem em que as águas do mar e do rio ora se agitam ora ficam espelhadas mudando os cenários, os passeios calmos ou em passo de corrida, as conversas e os jogos de cartas dos idosos, as visitas de estudantes e a vivência na esplanada são evidências de um espaço de lazer único, apetecido e com vida. É um elo bem conseguido entre a urbe, rio e mar. É um bom exemplo de integração urbana.

No entanto existiu demasiado otimismo quanto à possibilidade de utilização lúdica durante o inverno particularmente quanto à utilização de uma galeria com vigias para observação (ou mesmo da superestrutura), quanto à exploração de um restaurante e esplanada ou ainda quanto à possibilidade de localizar uma piscina e solário na praia entre o novo molhe norte e o molhe de Felgueiras. O mar não deixa!

Os molhes e a proteção das frentes ribeirinhas

O teste real ao desempenho dos novos molhes em termos de proteção das margens decorreu entre dezembro de 2013 e março de 2014, com tempestades sucessivas e persistentes. Ao contrário do que sucedeu em situações de tempestade anteriores menos energéticas em termos de agitação marítima, não se registaram danos nem galgamentos nas áreas marginais do Passeio Alegre, Cantareira, Sobreiras e na Afurada (frente edificada, porto de pesca, núcleo de recreio). Também a Restinga (o "quebramar natural") não foi afetada. A estes temporais, a comunicação social e numerosos habitantes falavam em ondas gigantes ao longo de todo o País. As ondas máximas registadas não ultrapassaram os 15 m em Leixões mas a persistência, o número de temporais e os elevados períodos das ondas constituíram uma ocorrência com elevado período de retorno. Não foram os novos molhes que geraram essas ondas gigantes como tinha sido vaticinado com veemência por alguns críticos do projeto. Os novos molhes resistiram a essas ondas e protegeram as frentes ribeirinhas.

Bibliografía

- Consulmar, F. Veloso-Gomes (1992). *Estudo Prévio do Projecto para a Execução de Estruturas de Apoio à Actividade Piscatória na Afurada.* Estudo elaborado para a APDL. Consulmar e Instituto de Hidráulica e Recursos Hídricos da FEUP.
- Veloso-Gomes (1988). *Plano Director das Estruturas de Apoio às Actividades Piscatória na Afurada.* Estudo elaborado para a Câmara Municipal de Gaia. 86 Páginas. IHRH, Instituto de Hidráulica e Recursos Hídricos (FEUP).
- Veloso-Gomes, Taveira – Pinto, Guilherme Paredes (2009). *Estudo da Evolução da Fisiografia da Restinga e dos Fundos da Barra d Rio Douro, desde 2002.* Estudo elaborado para a APDL. 87 Páginas. IHRH, Instituto de Hidráulica e Recursos Hídricos (FEUP).
- Prémio Secil 2009 Engenharia Civil. *Molhe Norte da Barra do Douro*. Engenheiro Silveira Ramos (2010). Edição Ordem dos Engenheiros e Secil.
- Veloso-Gomes, F., 1990. *Proteção da Zona Marginal Cantareira/Sobreiras (estuário do Douro)*, APDL. Ed. IHRH/APDL, Abril, 1990.

Head image: O sapal do estuário inferior do Douro em fase de assinalável recuperação, contrariando os que vaticinavam uma destruição em consequência da construção dos molhes do Douro.