

JORNADAS TÉCNICAS

OBRAS HIDRÁULICAS E PONTES

Laboratório Nacional de Engenharia Civil

10 – 11 de Dezembro de 2001

Intervenções em Rios e Impactes Ambientais

João Rocha (LNEC)

Elsa Alves (LNEC)

Intervenções em Rios e Impactes Ambientais

João Rocha

Investigador Coordenador, LNEC, +351 21 844 3435, jrocha@lnec.pt

Elsa Alves

Assistente de Investigação, LNEC, +351 21 844 3636, ealves@lnec.pt

RESUMO

As intervenções humanas em rios aluvionares, designadamente a regularização de leitos, a protecção de margens, a extracção de inertes e a construção de barragens, diques e pontes, podem introduzir alterações significativas do respectivo regime de transporte sólido e destruir equilíbrios morfológicos previamente existentes, conduzindo a erosões ou a deposições com consequências negativas para o ambiente fluvial. O aprofundamento dos leitos devido à erosão pode afectar os habitats aí existentes e a operacionalidade de obras e infraestruturas ribeirinhas. O assoreamento dos leitos pode ter consequências fito-sanitárias importantes. Para minimizar as consequências das intervenções humanas em rios é necessário quantificar os processos fluviais integrando todos os aspectos relevantes para a análise.

Nesta comunicação, apresentam-se alguns aspectos particulares das intervenções em rios, ilustrando-se a exposição com exemplos colhidos da experiência do LNEC. A apresentação é constituída por cinco partes relativas às características do ambiente fluvial, aos objectivos das intervenções, aos impactes ambientais associados, ao projecto das intervenções e análise dos impactes e à legislação nacional e europeia.

No que respeita ao ambiente fluvial, são referidos os quatro subsistemas, designadamente o leito e as margens, o escoamento da água e dos elementos por ela transportados (tais como os sedimentos naturais, outros produtos sólidos, líquidos, gasosos ou dissolvidos, provenientes de actividades humanas) e o biota.

Os cursos de água aluvionares apresentam configurações em planta muito variáveis, que dependem das características do vale, dos caudais líquidos e sólidos e das características do material aluvionar. As configurações em planta vão desde o padrão quase rectilíneo, com transporte sólido limitado e estabilidade relativa elevada, a padrões meandrizados, até padrões mais complexos, denominados entrelaçados, associados a elevadas taxas de transporte sólido e a menor estabilidade. Da interacção entre o escoamento e o leito móvel resulta o aparecimento de configurações de fundo de carácter permanente, como os fundões, os rápidos e os bancos de areia, e de configurações de carácter variável como as rugas, as dunas e as antidunas.

Em termos de configuração transversal, os cursos de água apresentam, em geral, uma nítida separação entre o leito principal (ou leito menor), as margens e o leito de cheia. A existência e distribuição das comunidades bióticas no leito principal dependem de diversos factores, nomeadamente, do regime térmico e hidrológico, da transparência e velocidade do escoamento, da granulometria do material do leito e das formas e quantidade de nutrientes.

Relativamente às intervenções fluviais, faz-se referência aos dois objectivos fundamentais que lhes estão associados: a protecção contra a acção do ambiente fluvial e o aproveitamento de um recurso de suporte à actividade humana. Os objectivos principais das obras de protecção são o aumento da capacidade de vazão dos cursos de água, melhoria da drenagem, manutenção ou promoção da navegabilidade, redução da erosão das margens, construção de redes viárias. As obras destinadas ao aproveitamento dos cursos de água têm como objectivos a derivação de caudais para rega, o abastecimento às populações e à indústria, a produção de energia e a extracção de inertes para a indústria. Outros usos relacionados com o meio hídrico são a navegação, a pesca, e o uso para fins recreativos.

As intervenções em rios conduzem, geralmente, a alterações da morfologia fluvial durante e após a sua construção. Os impactes ambientais associados podem ser classificados em hidro-morfológicos, biológicos e ecológicos e paisagísticos. Nesta apresentação será dada ênfase aos impactes hidro-morfológicos e serão mencionados alguns impactes biológicos e ecológicos associados.

Na avaliação dos impactes hidro-morfológicos é necessário atender ao carácter dinâmico dos cursos de água aluvionares, quantificando as alterações não só no local da obra mas também a jusante e a montante onde o efeito se faça sentir. Um exemplo clássico é o da construção de uma barragem num rio cujo o leito está em equilíbrio. A montante da barragem verifica-se a deposição dos sedimentos afluentes o que acarreta a diminuição do volume útil da albufeira, o assoreamento de tomadas de água e em alguns casos a inutilização total da obra. A jusante da barragem a capacidade de transporte sólido do escoamento passa a ser superior à disponibilidade de sedimentos originando a erosão (degradação) do leito pondo em risco as infraestruturas aí existentes.

Por outro lado, a construção de barragens e de outras infraestruturas de captação modifica o regime de caudais líquidos a jusante, nomeadamente, através da diminuição das aflúências totais anuais ao longo do tempo, da alteração da distribuição do escoamento ao longo do ano e da atenuação das pontas de cheia.

A regularização fluvial envolve, em geral, a redefinição do traçado em planta, da secção transversal, do perfil longitudinal do curso de água, a construção de diques laterais, a construção de esporões e soleiras transversais e o revestimento das margens e do leito.

As técnicas tradicionais de engenharia fluvial consistiam no corte de meandros e na linearização do leito principal, na eliminação de irregularidades morfológicas dos leitos, na alteração do substrato do leito e na remoção da vegetação ribeirinha. Este tipo de acção gera alterações na morfologia dos cursos de água, estendendo-se o efeito à fauna e flora adjacente, quer pela remoção de habitats quer pelo ajustamento à intervenção introduzida.

A linearização do leito principal, associada ao corte de meandros, implica, em geral, o aumento do declive do fundo devido à redução do comprimento do trecho. Como consequência deste tipo de intervenções verifica-se um aumento da capacidade de transporte sólido do escoamento que conduz a uma degradação generalizada do leito e à instabilização das margens. A jusante, o escoamento pode não ter capacidade de transporte dos sedimentos afluentes, verificando-se a deposição desses materiais e o aumento das cotas do fundo. Estes efeitos podem repercutir-se também nos afluentes.

O efeito deste tipo de intervenção no biota traduz-se, em geral, na perda de vegetação aquática e ripícola, através do corte e remoção, com consequências negativas para as comunidades faunísticas que lhes estão associadas, designadamente pela perda de zonas de refúgio, repouso e

alimentação de espécies, perda de locais de desova para peixes e locais de nidificação para aves. A perda da diversidade na composição dos materiais do leito e a remoção de irregularidades morfológicas (rápidos e fundões) afecta as comunidades de macroinvertebrados e ictiofauna.

A grande complexidade dos sistemas fluviais, abrangendo diferentes disciplinas científicas conduz à necessidade de formar equipas transdisciplinares para a elaboração de bons projectos de intervenção fluvial e análise dos seus impactes.

Actualmente, o projecto das intervenções é apoiado na utilização de modelos matemáticos, numéricos ou analíticos. Os modelos hidrológicos surgem como indispensáveis à definição de caudais porque toda a intervenção fluvial está associada a um determinado cenário de utilização ou de protecção. Exemplos desses caudais são os caudais de cheia e os caudais mínimos de estiagem, ambos associados a períodos de retorno e os caudais dominantes, para a definição de leitos aluvionares de projecto.

Para a caracterização do escoamento num leito aluvionar é necessário recorrer a modelos hidráulicos e/ou morfológicos. Em algumas situações pode ser suficiente a utilização de modelos unidimensionais mas, em situações complexas, poderá ser necessário recorrer a modelos bidimensionais. Os modelos tridimensionais, de utilização complexa, poderão ser utilizados para análise de problemas locais.

Para a caracterização do ambiente fluvial e previsão dos impactes podem ser ainda necessários modelos de qualidade de água e modelos ecológicos, estes últimos extremamente complexos.

A complexidade do problema, o número de parâmetros envolvidos, a limitação dos modelos, a escassez de informação de base (por vezes, a deficiente topografia disponível), tornam indispensável observação directa nos sistemas fluviais em cada projecto de intervenção. Por esta razão, a realização de visitas aos locais das intervenções e a elaboração informal e simplificada de inquéritos locais, resulta na recolha de informação extremamente útil à utilização de modelos e nos processos de decisão.

Em estudos de maior dimensão poderá ser encarada a realização de campanhas de campo específicas. Apesar dos custos associados à sua obtenção, a disponibilidade de uma adequada informação de base permite, globalmente, ganhos na sua utilização, já que minimiza os erros de análise dos processos fluviais e, por consequência, os erros nas intervenções fluviais.

No projecto das intervenções em rios, são particularmente importantes três aspectos de natureza hidro-morfológica: a definição do caudal de projecto, o conhecimento da curva de vazão (relação caudal - nível de água) e a determinação do declive da linha de energia do escoamento. Grande parte dos erros nos projectos de intervenções estão associados a estes aspectos.

No subsistema leito e margens é de extrema importância a determinação da granulometria do material aluvionar do fundo e o conhecimento do material sólido afluente. Este último aspecto é certamente aquele que tem associado maiores erros na análise dos sistemas fluviais. Isso deve-se à grande dificuldade em determinar a erosão em toda a bacia hidrográfica, o subsequente transporte sólido nas linhas de água e as quantidades depositadas ao longo do percurso.

Por último, uma referência à utilização de modelos físicos. Nos últimos anos, face ao desenvolvimento da investigação em hidráulica dos escoamentos com leito móvel e à maior capacidade computacional que permitiram o desenvolvimento de modelos matemáticos, assistiu-se a uma progressiva diminuição da utilização dos modelos físicos nos estudos. Porém, há duas áreas em

que os modelos físicos são ainda indispensáveis. Um dos casos é o estudo de fenómenos complexos, tridimensionais (exemplo dos descarregadores), onde os modelos matemáticos são ainda muito pouco seguros. O outro caso são os fenómenos sedimentológicos, em que se recorre à utilização de modelos físicos com fundo móvel que, por razões de escala, podem ser distorcidos, isto é, a escala horizontal é diferente da escala vertical.

A última parte da comunicação diz respeito à legislação nacional e europeia. A legislação procura garantir obras seguras e eficazes, impactes minimizados e, em geral, a protecção dos meios fluviais. A legislação obriga ao licenciamento, ou concessão das intervenções e assegura um bom projecto.

Na legislação nacional destacam-se 3 conjuntos de diplomas. O primeiro, que inclui os Decretos-Lei N.º 45/94, 46/94 e 47/94, diz respeito ao planeamento e gestão, ao licenciamento e ao regime económico-financeiro, respectivamente. O segundo conjunto diz respeito à protecção, nomeadamente à definição das normas de qualidade das águas em geral, Decreto-Lei N.º 236/98. O terceiro conjunto diz respeito à segurança de barragens, e é referido noutra intervenção nas Jornadas Técnicas.

Dos Decretos-Lei mencionados, merece referência o Decreto-Lei N.º 46/94 com a definição das utilizações ou intervenções: captação de águas, rejeição de águas residuais, infra-estruturas hidráulicas, limpeza e desobstrução de linhas de água, extracção de inertes, construções, apoios de praia e equipamentos, estacionamento e acessos, culturas biogenéticas, marinhas, navegação e construções desportivas, flutuação e estruturas flutuantes e, por último sementeira, plantação e corte de árvores.

Na legislação Europeia são importantes as Directivas que, de um modo geral, têm por objectivo controlar as rejeições de águas nos meios aquáticos para defender a sua qualidade. Entre as várias Directivas que têm vindo a ser publicadas merece destaque a Directiva 96/61/CE para a Prevenção e Controlos Integrados da Poluição.

Por último, uma referência à Directiva-Quadro 2000/60/CE. Esta Directiva corresponde a uma expansão das anteriores e introduz como inovação a necessidade da avaliação económica da utilização da água e o ambicioso objectivo de garantir uma boa qualidade ecológica dos corpos de água no prazo de 15 anos. Os corpos de água incluem os rios, lagos, águas de transição (estuarinas) e as águas costeiras. Nesta Directiva-Quadro é introduzida também a definição de corpos de água artificiais ou fortemente modificados.

Presentemente estão a ser definidas tecnicamente, em Grupos de Trabalho Europeus, as condições de referência, a partir das quais se procede à classificação ecológica dos corpos de água em cinco categorias, desde a muito boa a má. Para este tipo de classificação é necessário considerar os seguintes elementos de qualidade: biológicos, hidromorfológicos e físico-químicos.