

Restauração e reabilitação de linhas de água - o espaço da Engenharia Natural

João Paulo Fernandes, Universidade de Évora

"A Engenharia Natural pode ser definida como um ramo da engenharia que tem como objecto o território, que procura otimizar os processos construtivos numa perspectiva simultânea de funcionalidade estrutural e ecológica, procurando que a obra preencha plenamente os objectivos que se lhe colocaram do ponto de vista das exigências de uso e se insira simultaneamente o mais harmoniosamente possível no espaço natural, utilizando para tal, os próprios sistemas e processos funcionais deste"

Uma linha de água corresponde no essencial a uma estrutura de drenagem hidráulica permanente ou efémera de uma vasta área de concentração (a Bacia Hidrográfica). Por essa razão o seu carácter e funcionalidade dependem directa e indissolavelmente das características da Bacia Hidrográfica por ela drenada e obviamente dos processos climáticos e hidrogeológicos nela ocorrentes, assim como, de uma forma determinante das características do uso do solo na superfície da Bacia.

Temos ainda que os ecossistemas de águas interiores são muito mais que os corpos de água individualizáveis e incluem todos os ecossistemas que, de uma forma ou de outra são afectados e determinados pelos sistemas hidrológicos. Destes ecossistemas permitam-me realçar as várzeas e todas as planícies de inundação e leitos de cheia, normal e inadequadamente tratados como ecossistemas terrestres, quando a sua ligação aos ecossistemas hidrológicos não é conjuntural mas sim estrutural.

Os ecossistemas ribeirinhos constituem ecossistemas particulares, dado que a sua articulação a linhas e planos de água lhes confere características de ecótono com as consequentes trocas intensas de substâncias e materiais de acordo com gradientes de humidade, luminosidade e de natureza do substrato. Por outro lado, no caso das linhas de água, o carácter variável do seu caudal e energia de escoamento ao longo do seu traçado determina, igualmente, gradientes dinâmicos geradores de intensas variações na natureza intrínseca desses ecossistemas.

Estas duas razões fundamentam a afirmação que os ecossistemas ribeirinhos preenchem funções charneira no espaço, em termos locais, articulando ecossistemas de natureza totalmente diversa e funcionando como planos dinâmicos de intercâmbio ecológico assim como, em termos regionais, espaços de diferente natureza, quer em termos do carácter variável do corpo de água, quer da ecologia dos terrenos atravessados ao longo do seu trajecto.

Em suma, os ecossistemas ribeirinhos assumem uma diversidade e um carácter de tal modo rico que, a sua gestão no quadro mais global da gestão do território e dos recursos hídricos, constitui uma prioridade básica no quadro de uma política de uso sustentável do território.

Com efeito, as linhas e outros corpos de água, longe de constituírem simples estruturas hidráulicas, como infelizmente muitas vezes são consideradas, são capazes de, apenas devido à sua complexa natureza e dinâmica ecológica, assegurar sustentavelmente a disponibilidade em recursos hídricos, a estabilidade dos terrenos adjacentes, a protecção contra cheias e secas, a disponibilidade em recursos piscícolas, cinegéticos e florísticos, que são as suas principais funções de uso para os sistemas económicos.

Estas funções, independentemente do seu valor económico assumem ainda um valor ecológico crucial, já que, pelo seu carácter linear e abrangente da totalidade do território, os ecossistemas ribeirinhos preenchem uma função de conectividade, que mais nenhuma estrutura ecológica está em condições de realizar. Não constituindo eixos universais de

interligação entre ecossistemas, constituem, contudo, redes que interligam espaços diversificados e elementos potenciadores duma diferenciação da estrutura e capacidade de sustentação ecológica do território. Potenciam a existência de manchas de recursos e perturbação de natureza muito diversa, ao assegurarem para inúmeras espécies, vias de intercâmbio genético capazes de contribuir para a existência de populações viáveis, ao favorecerem ou ao associarem-se a condições ecológicas locais particulares, potenciadoras de formações e capacidades particulares.

Estas funções e potenciais não se associam, contudo, a uma estrutura ecológica estável e mantida como tal. Grande parte do potencial anteriormente referido decorre da intensa dinâmica associada a estes ecossistemas e que se espelha na diferenciação registada nos substratos aluvionares (decorrente de diferentes regimes passados de correntes e de cheias e indutora de distintas condições ecológicas na matriz aluvionar) ou na diferenciação permanente das estruturas de várzea, em função do regime de cheias ou de secas, induzindo perturbações localizadas, responsáveis pela permanente criação do focos locais de diversidade estrutural e específica.

Por estes motivos, a articulação destes ecossistemas com os espaços de uso, sendo mutuamente benéfica em algumas situações, é historicamente fonte de conflitos pela incompatibilidade entre a necessidade de variação desses ecossistemas e a necessidade de estabilidade dos sistemas de produção económica. Contudo, as tentativas de simplificação e de controle dessa necessidade de variação têm redundado, regularmente, em perdas a médio ou longo prazo, por geração de perturbações de grande magnitude (por ex. cheias, erosão, sedimentação, secas, eutrofização) anteriormente amortecidas pela variabilidade localizada e pela ocorrência de micro-perturbações dentro do sistema estável.

A necessidade de conciliar estes dois sistemas, assegurando que os ecossistemas ribeirinhos preencham todas as suas funções duma forma compatível com a necessidade de os sistemas económicos usufruírem plenamente dos seus recursos e potencial produtivos, levanta problemas complexos de gestão que não são conciliáveis com visões parcelares (dominantemente hidráulicas ou conservacionistas) e que implicam uma abordagem tão criativa quanto diversificados são esses ecossistemas.

Dois princípios têm de reger a gestão destes espaços:

1. Princípio da intervenção mínima - a estabilidade dos sistemas é tanto maior quanto mais próximo do natural são as suas componentes e funções e quanto mais diversificados são os sistemas integrantes e os seus reguladores.
2. Princípio da área mínima - qualquer sistema exige uma área mínima para poder evoluir de uma forma equilibrada, gerando e amortecendo as perturbações associadas à variabilidade intrínseca das funções e processos naturais.

Estes dois princípios tomados com a necessária maleabilidade decorrente da enorme diversidade de exigências de uso colocadas relativamente a estes sistemas, permitem orientar a gestão das linhas de água e restantes ecossistemas ribeirinhos de uma forma muito mais equilibrada do que tem sido conduzida até agora.

Assim, a primeira regra de gestão é a de que se impõe uma perspectiva integrada de gestão do conjunto da bacia, já que as aflúncias e o seu regime decorrem directamente da natureza do uso de toda a bacia.

A segunda regra é a de que quanto mais próximos do natural forem os sistemas construtivos empregues, maior será a viabilidade e longevidade do sistema ou da estrutura construída.

A terceira regra é a da adequação das intensidades de uso à natureza e condicionantes do território. Assim, por ex. as várzeas não podem ser encaradas como espaços de vocação

múltipla sem restrições, mas têm de ser consideradas e geridas como espaços de elevada capacidade de uso, condicionada e potenciada pela sua natureza de espaços de acumulação, inundáveis e de freático superficial, exigindo, portanto zonamento do uso em função da frequência dos riscos de inundação.

A quarta regra é a da rede ecológica. Os ecossistemas ribeirinhos ao constituírem uma rede que percorre numa forma extremamente diversificada o território da bacia hidrográfica, tem de ser preservado na capacidade de manter essas funções articuladas, num quadro de preservação da diversidade dos restantes ecossistemas terrestres.

As intervenções de gestão, valorização e renaturalização das linhas e planos de água devem obedecer às seguintes linhas orientadoras:

- O ecossistema vale/linha de água deve ser considerado como uma unidade incluindo a Linha de Água e a Várzea por ela determinada, em estreita ligação com a Bacia Hidrográfica que a alimenta e determina.
- Os rios e ribeiras que, por via de intervenções várias, se encontram desequilibrados e não funcionais) devem ser recuperados através, nomeadamente de:
 - permissão de cheias controladas,
 - reconstrução de zonas húmidas e de encharcamento típicas,
 - recuperação de meandros destruídos por obras de linearização,
 - reposição de níveis freáticos mais elevados nas várzeas (diminuição da intensidade de enxugo),
 - manutenção dos existentes e construção de novos espaços de retenção hídrica,
 - recuperação e reconstrução de habitats diversificados para a fauna e flora,
 - limitação da área agrícola,
 - reconstrução de parte da mata ripícola,
 - recuperação do corpo de água,
 - desvio de águas residuais.
- As margens devem ser libertadas de usos agrícolas, urbanos, industriais ou de recreio com carácter intensivo.
- Protecção das matas ripícolas ainda existentes, não só pelo seu elevado valor ecológico, mas igualmente como espaços de retenção, infiltração e armazenamento de água.
- As margens das linhas de água devem, no essencial, serem cobertas e consolidadas com a vegetação ripícola correspondente às condições ecológicas nelas prevalentes, devendo para tal, serem edificadas as medidas construtivas de apoio adequadas e necessárias, assim como reservada a área indispensável ao seu desenvolvimento equilibrado dentro das exigências próprias de cada linha de água. A vegetação deve:
 - diminuir a energia da corrente,
 - consolidar e armar o terreno através de um correcto e adequado desenvolvimento radicular,
 - sombrear o corpo de água, assegurando por via destas funções uma temperatura reduzida deste e garantir um fraco ou nulo desenvolvimento da vegetação infestante,
 - garantir uma diminuição do risco de erosão ou ruptura das margens, propiciando simultaneamente um nível adequado de sedimentação,
 - deve, simultaneamente, exigir um mínimo de cuidados de manutenção, devendo-se procurar combinações específicas tais, que maximizem os objectivos hidráulicos, minimizando simultaneamente o risco de ocorrências que possam gerar necessidades de correcção.

- A linha de água deve dispor de espaço para meandrar (sempre que tal corresponder às suas características morfológicas), devendo as formações aluvionares e os meandros existentes, serem protegidos e incluídos na zona consolidada e valorizada pela mata ripícola.
- Devem-se evitar declives uniformes das margens, devendo estes adaptar-se à forma do terreno, às características do substrato pedológico e às condições de escoamento.
- Deve-se propiciar a ocorrência de numerosos e variados micro-biótopos, através de uma diversificação dos substratos do fundo e margens e da existência e promoção de obstáculos e variações bruscas do perfil do leito
- Devem-se promover sistemas de que resultem aumentos da capacidade biodegradativa da linha de água (zonas de caniço, sombreamento (aumentando o O.D. devido ao decorrente abaixamento da temperatura da água), aumento da rugosidade e criação de obstáculos como degraus e quedas de água de modo a propiciar uma mais intensa reoxigenação natural).

Estas linhas orientadoras terão necessariamente de serem balanceadas caso a caso conforme as condições existentes e os condicionamentos decorrentes de usos já instalados ou de exigências particulares de rentabilização. Contudo, o seu carácter deverá no essencial ser respeitado, procurando-se uma maximização progressiva do seu grau de cumprimento.

Os materiais construtivos inertes só devem ser utilizados quando os materiais vivos não preenchem a sua função de regeneração e protecção. Certos trabalhos, ligados por ex. à construção de fundos só podem ser realizados recorrendo-se a materiais inertes.

Apenas se devem utilizar materiais que não alterem o quimismo natural da linha de água e lhe correspondam morfológica e topologicamente. Sempre que se utilizem materiais construtivos inertes deve-se procurar articula-los com sistemas construtivos vivos, não só de modo a valoriza-los ecologicamente, como a diminuir a necessidade e intensidade do seu uso.

A vegetação preenche funções específicas determinantes para a segurança das margens e a integração da linha de água na paisagem, funcionando em grande medida simultaneamente como promotoras de uma comunidade ecológica diversificada.

Os diversos tipos de vegetação preenchem funções distintas:

- Árvores e arbustos da margem - são as espécies lenhosas associadas às linhas de água. Crescem na linha média de inundação ou acima desta e estão diferentemente adaptadas a suportar diferentes intensidades e duração de inundação anual. Cumprem uma série de funções específicas como proteger com o seu raizame a margem da erosão e de outros danos, sombrear a corrente evitando o desenvolvimento de processos eutróficos e de infestantes e ainda um excessivo aquecimento do corpo de água oferecendo ainda um espaço para o estabelecimento de um ecossistema estável.
- Juncos e caniços - têm como principais funções as de enraizar a zona de variação do nível da água, evitando até um determinado ponto, a erosão nessa zona, as de sombrear parte da linha de água e as de oferecer um meio de instalação a inúmeras espécies vegetais e animais.
- Outros elementos (sub-bosque e herbáceas) - cumprem funções de consolidação das margens, de protecção a curto prazo e permitem um melhor desenvolvimento da sucessão.

A vegetação vai preencher igualmente funções de construção da paisagem, assegurando uma imagem marcada e marcante da linha de água na paisagem. Deve estabelecer relações estruturais e funcionais com as restantes comunidades envolventes integrando-se na estrutura de *continuum* natural da região.

Importa contudo referir que a vegetação, conforme a sua natureza, apresenta características hidráulicas distintas que importa salvaguardar, já que permitem preencher diferentes

objectivos técnicos.

Em relação à intervenção propriamente dita, devem-se evitar, como referido, alterações do perfil da linha de água, assim como do seu comprimento, sempre que estas conduzam ao aumento da velocidade da corrente e conseqüentemente, a um maior risco de erosão e à necessidade de uma maior consolidação das margens. Soleiras e obstáculos que alterem o regime de escoamento podem ser de grande utilidade no processo de reoxigenação, ao mesmo tempo que, criando ligeiras represas, mantêm o nível da água dentro de um limite mínimo e geram diferentes biótopos no corpo de água.

O perfil transversal deverá apresentar uma elevada flexibilidade e diversidade e corresponder a uma estrutura cujas funções de consolidação e acções sobre o escoamento se coadunem com a tipologia de uso do leito de cheia a qual, contudo, deve ser objecto de um ordenamento cuidado tendo em consideração as limitações próprias do regime natural de inundação a que estão sujeitas. Em caso algum é de aceitar a desvirtuação global do carácter da linha de água e do seu leito de cheia por usos abusivos.

A intervenção deve pois ter em conta esta grande complexidade estrutural e funcional e procurar não só preservá-las, como promover o seu carácter natural ou próximo do natural.

Por outro lado, é crítico ter em consideração que a gestão das linhas de água deve ser feita pensando que além dos 2% de dias de cheia existem 98% de dias de caudais normais ou mesmo de estiagem, com imposição do recurso a estruturas cada vez mais pesadas de armazenamento e distribuição.

Este tipo de situações implica um cuidado particular com a protecção das margens fluviais no sentido da prevenção dos fenómenos erosivos, função que só pode ser eficazmente assegurada por uma pujante e adequadamente gerida mata ripícola e a adequada gestão dos leitos de cheia e das suas margens de invernada. Desta forma, a existência de corredores ripícolas densamente enraizados mas medianamente permeáveis ao escoamento no leito principal da linha de água e de corredores arbóreos densos e bem enraizados na orla dos leitos de cheia assume-se como fundamental para a prevenção dos principais riscos de erosão ravinar.

A galeria ripícola funciona hidraulicamente como um retardador do caudal de cheia e como um fixador dos solos da margem, sendo as funções da galeria do leito de cheia essencialmente as mesmas associadas ou não a compartimentações longitudinais de retardamento justificáveis pela energia das enxurradas.

Obviamente que, qualquer destas infra-estruturas são absolutamente incompatíveis com usos do leito de cheia que não possam suportar, sem danos irreversíveis períodos curtos (até uma semana) de submersão, o que exclui, em absoluto construções de qualquer natureza. Implica igualmente, que vegetação como a silva e outras trepadeiras devam ser cuidadosamente geridas e limpas durante a manutenção da galeria ripícola para assegurar a sua maleabilidade e permeabilidade relativa e evitar, em absoluto, a potenciação de situações de represamento de detritos transportados com os decorrentes riscos de ondas de cheia anormais após a sua súbita ruptura.

A florestação das encostas e a eventual introdução de medidas de correcção torrencial em cabeceiras mais ameaçadas é um terceiro tipo de intervenção que permitirá, não só a redução do efeito catastrófico local e a jusante das cheias, como aumentar a retenção superficial e sub-superficial, potenciar a infiltração e reduzir a erosão.

Concretizando, pode-se afirmar que a construção natural de linhas de água, se bem que utilizando todos os materiais e tecnologias disponíveis, concentra contudo os seus esforços, na construção de sistemas biotecnológicos, organizados de tal modo, que preenchem as exigências tecnológicas (protecção contra a erosão, consolidação e reconstrução de margens,

regularização fluvial, retenção e amortecimento de cheias, etc.) e ecológicas (reactivação biológica), não só da melhor forma possível, como no mais curto espaço de tempo, como ainda com uma eficiência sempre crescente.