



# Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: [www.ufpe.br/rbgfe](http://www.ufpe.br/rbgfe)



## Manejo de rios degradados: uma revisão conceitual

Luiz Carlos da Silva <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Pesquisador Associado do LAGESOLOS/IGEO/UFRJ; Mestrando em Geologia do PPGG da UFRJ e Prof. de Geografia da Rede Pública Municipal da Cidade do Rio de Janeiro.

Artigo recebido em 20/04/2010 e aceito em 15/07/2010

### RESUMO

Este estudo se fundamenta no levantamento e análise das bases conceituais de manejo de rios degradados estabelecidas em diferentes propostas metodológicas, as quais se caracterizam por não serem estritamente fundamentadas em obras de “engenharia pesada”, mas sim em aspectos da dinâmica fluvial, nos processos geomorfológicos presentes na bacia hidrográfica, nas especificidades dos ecossistemas envolvidos e nos contextos socioambientais da região na qual estão inseridos. Ele tem como proposta fornecer subsídios aos Comitês de Bacias Hidrográficas na implementação de seus planos de gestão de recursos hídricos, no que diz respeito aos programas e/ou projetos destinados a minimizar ou reverter a atuação dos elementos e processos identificados na degradação dos sistemas hídricos.

Palavras-chave: rio degradado; manejo de rio degradado; gestão de recursos hídricos.

### Management of degraded rivers: a conceptual review

### ABSTRACT

This study is based on survey and analysis of the conceptual bases of the management of degraded rivers established in different methodological proposals, which are characterized by not strictly based on works of "heavy engineering", but on aspects of river dynamics, geomorphological processes present in the basin, the specificities of the ecosystems involved and the environmental contexts of the region in which they belong. It proposes to give support to the Basin Committees in implementing their plans for water resources management, with regard to programs and/or projects designed to minimize or reverse the action of the elements and processes identified in the degradation of fluvial systems.

Keywords: river degradation; degraded river management, management of water resources.

### Introdução

O quadro atual de pressões sobre o meio ambiente, que trazem ameaças e degradação às paisagens e das diversas formas de vida, tem fomentado discussões nos campos científico, político e social no Brasil e no mundo, e no tocante ao elemento água, sinalizam uma urgência, cada vez maior, na implementação de ações voltadas à preservação, conservação e restauração desse importante agente da natureza.

Há uma demanda, cada vez maior, por abastecimento de água nos diversos setores da sociedade e somado a ela vem ocorrendo uma crescente degradação dos corpos hídricos, a qual tem se dado devido às pressões sociais por espaços a serem ocupados, às práticas econômicas ecologicamente inadequadas, como também, a de negligência das autoridades públicas que permitem com que, em grande parte dos municípios brasileiros, haja o lançamento de efluentes domésticos e industriais, sem qualquer tratamento diretamente nos rios. Somam-se a

isso, agressões ambientais em suas cabeceiras e, por vezes, em toda a extensão das bacias hidrográficas, aqui compreendidas como uma área definida topograficamente, drenada por um curso de água ou um sistema conectado de cursos de água tal que toda vazão efluente seja carregada através de uma simples saída (Villela e Mattos, 1975, p.6).

Tais fatores têm resultado numa enorme degradação da qualidade e redução da disponibilidade das águas afetando gravemente o abastecimento nas médias e grandes cidades e onerando cada vez mais os custos de tratamentos para o abastecimento, efetuado nas estações de tratamento de água (ETA's).

Com a instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos através da Lei 9.433/97, estabeleceu-se a criação dos Comitês de Bacias Hidrográficas - órgão subordinado à Agência Nacional de Águas (ANA) e integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH), que tem como competência, estabelecer a cobrança pelo uso da água em todo território nacional, a aprovação e acompanhamento da execução do Plano de Recursos

\* E-mail para correspondência: [luiz.ufjr@ibest.com.br](mailto:luiz.ufjr@ibest.com.br).

Hídricos da bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas.

No entanto, a situação de degradação nas bacias hidrográficas tem criado uma demanda pelo desenvolvimento de projetos de manejo de rios degradados, implementados por Comitês de Bacias Hidrográficas, Consórcios Intermunicipais de Bacias Hidrográficas e ONGs, segundo o CNRH, nas seguintes unidades da federação: DF, GO, MG, MS, BA, SP, RJ, ES, PE, SE, AL, SC, PR e RS. No caso específico dos Comitês de Bacias Hidrográficas, a lei estabelece, nos seus respectivos Planos de Recursos Hídricos, a necessidade de proteger, recuperar e promover a qualidade dos recursos hídricos com vistas à saúde humana, à vida aquática e à qualidade ambiental. É a partir destes Planos que são formulados os projetos ou programas que visam o tratamento dos rios ou bacias degradados que estão localizados na respectiva área de atuação de um determinado Comitê de Bacias Hidrográficas.

Contudo, a formulação de projetos pela maioria de organismos de gestão de recursos hídricos – inclusive os Comitês de Bacias Hidrográficas – no que se refere ao manejo de rios e bacias degradados, não se fundamentam em estudos e preceitos discutidos no meio científico e institucional, de várias partes do mundo. Em países como Austrália, Inglaterra e EUA, projetos voltados para o manejo de corpos hídricos baseiam-se cada vez mais em ações ecologicamente fundamentadas, ou seja, priorizando as chamadas técnicas de “engenharia leve” (*soft engineering*), as quais têm como objetivo principal recriar o sistema fluvial natural e o uso de materiais naturais disponíveis, localmente, como restos de lenhas e aluvião (*National Research Council*, 1992, p.218). No Brasil, diferentemente destes países, tais ações estão centradas basicamente em obras de “engenharia pesada”, como dragagem de leitos, retificação de cursos, concretagem de margens, canalização de trechos de rios, construção de barramentos e etc., as quais, segundo Douglas (2000), Cunha (2003), Mello (2006) e Assumpção (2009) têm se mostrado ineficazes, na medida em que tais obras tendem a transferir, ou mesmo gerar novos problemas, à jusante ou à montante, dos trechos onde são implementadas, como os problemas ambientais gerados a partir da retificação e alargamento da calha do rio Macaé-RJ (Marçal e Luz, 2003).

O estudo aqui proposto parte de constatações efetuadas em projetos de recuperação de rios ou bacias hidrográficas degradadas que foram formulados ou implementados por Comitês de Bacias, Consórcios Intermunicipais, ONG's, Secretarias Estaduais e Secretarias Municipais de distintas regiões brasileiras, a partir de um levantamento realizado em 2006, onde foram selecionados e analisados aproximadamente 35 projetos.

Da análise efetuada acerca das metas e fundamentos metodológicos de tais projetos, apesar do reconhecimento de diversos aspectos positivos envolvidos, como por exemplo aqueles voltados para a mobilização social e educação ambiental das populações locais, identificou-se também: falta de

transparência na descrição dos programas ou projetos; sobreposição de objetivos e ações; propostas de ações não explicitadas ou pouco detalhadas; falta de embasamento teórico-metodológico e imprecisão de termos; ênfase em melhorias, sem estabelecimento de parâmetros tangíveis; ausência de análises sobre a dinâmica fluvial; abordagens divergentes em relação àquelas propostas por estudiosos deste assunto.

Assim, considerando o contexto atual de demanda pela formulação de planos de gestão de recursos hídricos, o presente trabalho tem caráter meramente conceitual de apresentar uma discussão teórica sobre o manejo de rios degradados, estabelecidas em diferentes propostas metodológicas, nacionais e internacionais, não estritamente baseadas em obras de “engenharia pesada”, mas nos aspectos da dinâmica fluvial, nos processos geomorfológicos presentes em bacia hidrográfica, nas especificidades dos ecossistemas envolvidos a partir dos contextos socioambientais da região, na qual estão inseridos. A reunião e análise das propostas metodológicas de manejo de rios degradados visa fornecer subsídios aos Comitês de Bacias Hidrográficas na implementação de seus planos de gestão de recursos hídricos, no que diz respeito aos programas e projetos destinados a minimizar ou reverter a atuação dos elementos e processos identificados na degradação dos rios.

### Manejo de rios degradados

O levantamento bibliográfico foi realizado a partir de periódicos internacionais, tais como *Applied Geography*, *Catena*, *Ecosystems*, *Ecological Research*, *Environmental Conservation*, *Hidrology and Earth System Sciences* e *Geomorphology*, além de dissertações, teses e de materiais na *internet* acerca de projetos e programas de recuperação de rios ou bacias hidrográficas, disponibilizados por órgãos públicos, privados e ONGs no território nacional e no exterior. Tal levantamento buscou analisar conceitos envolvidos nas propostas de manejo de rios existentes atualmente, bem como as formas de atuação diante das alterações identificadas.

No que concerne à Política Nacional de Recursos Hídricos, analisou-se as diretrizes, em nível nacional, presentes na Lei nº. 9.433/97 voltadas para os ambientes fluviais degradados. Buscou-se, com base nestas diretrizes, analisar a formulação e o conteúdo de Planos de Gestão de Recursos Hídricos elaborados por Comitês de Bacias Hidrográficas e outros organismos identificando as ações, a nível local, implementadas para lidar com ambientes fluviais degradados.

### Degradação e categorias de manejos de canais fluviais

A legislação ambiental brasileira define, atualmente, como rio degradado aquele que, por causas diversas, sofreu impactos ambientais e apresenta uma ou mais das características estabelecidas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) (1986), tendo suas águas afetadas de maneira parcial ou totalmente ao longo do seu curso. Ressalta-se, que o CONAMA, em sua Resolução 001/86 considera como impacto ambiental qualquer alteração das propriedades

físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria e ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar do meio ambiente; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais.

A qualidade da água de mananciais que compõem uma bacia hidrográfica está relacionada com o uso do solo na bacia e com o grau de controle sobre as fontes poluidoras, e com as alterações que ocorrem na bacia hidrográfica, como, por exemplo, na vegetação e nos solos (Benetti e Bidone, 2001). Os rios espelham, de maneira indireta, as condições naturais e as atividades humanas desenvolvidas na bacia hidrográfica, sofrendo, em função da escala e intensidade de mudanças nesses dois elementos, alterações, efeitos e/ou impactos no comportamento da descarga, carga sólida e dissolvida e poluição das águas. Para a autora, Na maioria das vezes, os fatores naturais, como topografia, geologia, solos, clima e vegetação podem iniciar os desequilíbrios que serão agravados pelas atividades humanas na bacia hidrográfica, especialmente pelo manejo inadequado dos solos urbano e rural (Cunha, 2003).

Conforme Rutherford et al. (2000), cinco elementos interativos definem as condições de degradação fluvial. São eles: a) o aspecto físico do rio (a forma e tamanho do canal, sedimentos, etc.); b) a quantidade de água; c) a qualidade da água; d) as condições das áreas contíguas ao rio (a zona ribeirinha); e) a diversidade e a população de criaturas vivendo no rio. E, de acordo com o *National Research Council* (1992, p.190), alguns fatores reconhecidamente apresentam elevado potencial para causar degradação de corpos hídricos. São eles: represas (hidroelétrica, para abastecimento de água, ajuda a navegação), dragagem, erosão, aterro, pastagem em zona ribeirinha, descargas pontuais de fontes industriais, derrubada e desbaste de árvores, mineração, descargas pontuais de fontes municipais, pesca em excesso, construção de estrada, e escoamento não-pontual de fonte urbana e agrícola, ou seja, praticamente todas as atividades antrópicas.

Neste estudo, manejo está entendido como sendo ações humanas fundamentadas em preceitos técnicos/científicos que, atuando direta ou indiretamente em um determinado trecho do curso de um rio, nas cabeceiras de drenagem ou numa bacia hidrográfica, tem como finalidade minimizar, reverter ou controlar processos antrópicos ou naturais que tenham ou estejam gerando efeitos negativos sobre as águas fluviais, a dinâmica fluvial ou a biota do ambiente fluvial. Estas ações encontram-se relacionadas ou inseridas no gerenciamento de corpos hídricos, dentro da definição do *National Research Council* (1992, p.20), segundo o qual consiste na manipulação de um ecossistema para assegurar a manutenção de uma ou mais das suas funções ou condições. Nos casos de preservação, criação, ou restauração de ecossistemas aquáticos, as atividades de gerenciamento devem ser direcionadas para manter todas as suas funções e características.

A partir do levantamento dos projetos de restauração de rios implementados nos EUA, tendo como propósito estabelecer uma identificação das características atribuídas a cada forma de manejo tendo como base suas metas ou intenções, o *National River Restoration Science Synthesis* (NRRSS) (2006) estabeleceu treze categorias distintas de manejo de rios degradados, as quais compreendem:

1. *estética/recreacional/educacional* - atividades que engrandecem os valores comunitários tais quais o uso, aparência, acesso, segurança e conhecimento;
2. *estabilização de margem* - práticas destinadas a reduzir/eliminar erosão ou deslizamento do material da margem para dentro do canal fluvial;
3. *reconfiguração de canal* - alteração da forma em planta do canal ou perfil longitudinal e/ou “*day-lighting*” (convertendo galerias pluviais e tubulações em canais abertos) - inclui restauração de meandros fluviais e estruturas internas do canal que alterem o seu talvegue;
4. *remoção de barragem/reajuste* - remoção de barragens e diques ou modificação/reajustes de uma barragem existente para reduzir impactos ecológicos negativos, exclui modificação de barragem destinada para melhorar a passagem de peixe;
5. *passagem para peixe* - remoção de barreiras para a migração de peixes a montante/jusante, inclui a remoção física de barreiras e também a construção de caminhos alternativos, bem como a criação de barreiras de migração posicionadas em locais estratégicos ao longo dos rios para prevenir o acesso de espécies indesejáveis a áreas a montante;
6. *reconexão de planície de inundação* - práticas que facultam o alcance das cheias nas áreas da planície de inundação e/ou promovem o fluxo de organismos e materiais entre a margem e as áreas da planície de inundação;
7. *modificação de fluxo* - prática que altera a sincronia e aporte da água aos canais, associada com a liberação de represamento e construção de reguladores de fluxo, não inclui o gerenciamento de água pluvial tipicamente (mas não necessariamente);
8. *melhoria de habitat no interior do canal* - alterando-se a complexidade estrutural para aumentar a disponibilidade e diversidade de habitat para organismos alvos e a provisão de habitat de alimentação e refúgio ou situações de distúrbio e predação;
9. *gerenciamento de espécies no interior do canal* - práticas que diretamente alteram a distribuição e abundância de espécies aquáticas nativas, através da adição (abastecimento) ou translocação de espécies de plantas e/ou animal ou a remoção de espécies exóticas; exclui manipulações físicas de habitat/território de alimentação;
10. *aquisição de terra* - práticas que obtêm arrendamento/título/servidão para as terras nas margens de canais com propósito explícito de remoção ou preservação de agentes de impactos e/ou facilitar futuros projetos de restauração;
11. *gerenciamento ribeirinho* - revegetação da zona ribeirinha e/ou remoção de espécies exóticas (ex: ervas

daninhas, gado); exclui plantação localizada para estabilizar áreas de margens;

12. *gerenciamento de água pluvial* - caso especial de modificação de fluxo que inclui a construção e gerenciamento de estruturas (pequenos lagos, brejos e reguladores de fluxos) em áreas urbanas para modificar a liberação do escoamento para os cursos de água a partir de bacias com elevada impermeabilidade, essas práticas/estruturas geralmente têm o objetivo de reduzir pico de fluxo e sua duração;

13. *gerenciamento da qualidade da água* - práticas que protegem a qualidade existente da água ou de modificação na composição química e/ou carga de partículas em suspensão, remediação de resíduos oriundos de minas, como também separação da concentração de sedimentos orgânicos (CSO) estão incluídos nessa categoria. Exclui gerenciamento da quantidade de escoamento urbano.

### **Importância do conhecimento hidrológico no manejo dos canais fluviais**

Para a análise de metodologias de manejos de rios degradados, faz-se necessário o conhecimento de aspectos fundamentais da geometria hidráulica, que consiste no estudo das relações entre vazão, velocidade das águas, forma do canal, carga de sedimentos e declividade, possibilitando assim a compreensão das conseqüências dos impactos antropogênicos e naturais nos ecossistemas fluviais e a previsão dos efeitos das ações adotadas para sua correção (Cunha, 2003).

Normalmente, os sistemas fluviais funcionam dentro de um limite natural de fluxo, movimento de sedimento, temperatura e outras variáveis, no que é denominado de “equilíbrio dinâmico.” Quando mudanças nestas variáveis vão além dos seus limites naturais, o equilíbrio dinâmico pode ser perdido, freqüentemente, resultando em ajustes no ecossistema que poderá conflitar com as necessidades da sociedade. Em algumas circunstâncias, um novo equilíbrio dinâmico poderá, eventualmente, desenvolver, mas o prazo no qual isto acontecerá pode ser prolongado, e as mudanças necessárias para alcançar este novo equilíbrio, significativa (Fisrwwg, 1998). Segundo Suguio e Bigarella (1979), o equilíbrio é função da relação entre a carga e descarga, bem como das características do escoamento superficial, vegetação e solos. Para esses autores, um rio é dito em equilíbrio quando nele não se verifica nem erosão, nem deposição de material em qualquer ponto do seu curso. Nas condições de equilíbrio, o rio é capaz de transportar todo o material fornecido pelas vertentes.

No entanto, Rutherford et al. (2000, p.45) enfatizam que um sistema em equilíbrio não está totalmente inerte, e que até mesmo o fluxo mais estável está constantemente respondendo a pequenos distúrbios, embora, em média, assumirá uma forma característica. Isto é denominado como equilíbrio de estado-constante (*steady-state*). Este estado de equilíbrio cobre a variação sazonal e a variação anual (causada por variação normal no clima). De acordo com estes autores, em todos os rios ocorrem ocasionalmente distúrbios grandes o bastante para perturbar o equilíbrio de estado-constante e mudar o caráter do rio.

Os distúrbios são refletidos normalmente nas mudanças dos seguintes elementos fluviais: a) a taxa de erosão e sedimentação; b) o tamanho da partícula de sedimento transportados no leito e em suspensão; c) o tamanho do canal (erosão ou deposição); d) a forma do corte transversal (por exemplo: pode ficar mais fundo, ou mais largo e mais raso); e) a forma do leito do canal (por exemplo: sinuosidade) (Rutherford et al., 2000).

Já a estabilidade do leito do canal fluvial, segundo Reid e Dunne (1996) pode ser evidenciada nas manifestações das seguintes situações: a) presença de barra de cascalhos com vegetação; b) grandes fragmentos de rochas apresentando ângulos; c) grandes fragmentos de rochas amontoados; d) leito coberto por grandes fragmentos de rochas; e) crescimento de musgo no sedimento do fundo do leito.

De acordo com Dunne e Leopold (1978), os fatores que alteram o escoamento superficial numa bacia, tais como urbanização, pastos, desmatamento, agricultura e outros, tendem a modificar a carga de sedimentos. Pode ser esperado então que os canais reajam a uma nova relação de descarga e sedimento e ao regime alterado do fluxo, especialmente freqüência-magnitude características de descarga elevada. Os canais fluviais modificam-se por mudanças na freqüência do fluxo e por mudanças no aporte de sedimentos, sendo que estas duas alterações podem não coincidir no tempo. Assim, os canais podem exibir diferentes respostas às mudanças nas condições da superfície da bacia dependendo da magnitude relativa da mudança no fluxo e mudança no aporte de sedimentos a partir do estado original ou sem-distúrbio.

### **Diferentes abordagens de manejo em canais fluviais**

Nas diversas áreas do conhecimento preocupadas com a gestão de corpos hídricos, em muitos estudos relacionados com a dinâmica de canais fluviais, têm sido abordados e conduzidos a partir de diferentes maneiras de manejos. As formas de abordagem se diferenciam, muitas vezes, entre diferentes escolas como americana, australiana e alemã, conforme apresentado a seguir.

Autores norte-americanos como Roy R. Lewis III, preocupado com a confusão gerada pelas diferentes formas com que os termos estavam sendo empregados nos estudos de áreas inundadas (*wetlands*) e também com a formalização dessa confusão nas regulações de criação e restauração que os estados, condados e municipalidades estavam desenvolvendo nas *wetlands*, propôs em 1989, através da “*Wetlands Restoration/Creation/Enhancement Terminology: Suggestions for Standardization*”, publicado pela Agência de Proteção Ambiental Norte Americana (U. S. *Environmental Protection Agency* - EPA), a padronização das terminologias de manejos de corpos hídricos degradados da seguinte forma:

**Restauração** (*restoration*) – retorno, a partir de uma condição perturbada ou totalmente alterada, para uma condição natural ou modificada por alguma ação humana previamente existente; ou seja, a restauração refere-se ao retorno a uma condição pré-existente, não havendo a necessidade de ter completo conhecimento de como esta condição era, nem de que o sistema

retorne a um perfeito estado. É muito importante que sejam definidas metas para um projeto de restauração a fim de que se possa avaliar adequadamente o seu sucesso. Por exemplo: quando uma zona úmida alterada e posteriormente danificada e retornar à sua anterior condição de alteração, é considerada uma restauração;

**Criação** (*creation*) – é a conversão ou mudança de uma condição para outra diferente, aplicada, no caso desde estudo, a conversão de uma área alagada não permanente em uma área alagada permanente, através de alguma atividade humana;

**Melhora** (*enhancement*) – é o aumento em um ou mais valores relativos a alguma característica ambiental de toda ou de parte de uma área alagada existente, em decorrência das atividades humanas. A alteração intencional de uma área alagada existente para prover condições que previamente não existiam, ao aumentar um ou mais valores destas características (variáveis) é considerada melhora (*enhancement*). Entretanto, nem sempre esta melhora se faz de maneira homogênea ou generalizada neste ambiente podendo haver diminuição de outros valores (variáveis) dentro da área alagada. Ainda assim é considerado melhora.

De acordo com o *National Research Council* (1992) o *Committee on Restoration of Aquatic Ecosystems: Science, Technology, and Public Policy*, órgão do *National Research Council* dos EUA, elaborou o relatório intitulado “*Restoration of Aquatic Ecosystems: Science, Technology, and Public Policy*”, com propósito de sugerir e analisar estratégias para reparar danos passados e em andamento nos ecossistemas aquáticos gerados por todos os tipos de atividades antropogênicas, nos EUA.

Nele, são descritos o *status* e as funções de ecossistemas de água de superfície; a efetividade de esforços de restauração aquática; a tecnologia associada com esses esforços; e os tipos de pesquisa, política, gerenciamento e mudanças institucionais requeridas para uma restauração bem sucedida. De acordo com esta instituição, até mesmo quando o gerenciamento tem sido direcionado para prover a manutenção e a melhora de funções economicamente valorizadas do ecossistema aquático, como o tratamento de lagos, rios, córregos e áreas alagadas, ele tem sido freqüentemente fragmentário, isolando-os dos contextos de suas bacias hidrográficas regionais, apesar da clara ligação hidrológica e ecológica.

No relatório o *National Research Council* (1992) estabelece os seguintes termos e abordagens de manejo de rios degradados:

**Restauração** (*Restoration*) – consiste no restabelecimento das funções aquáticas e das características físicas, químicas e biológicas próximas às existentes antes do distúrbio; é um processo holístico que não é alcançado através da manipulação de elementos individuais. Freqüentemente, a restauração requer um ou mais dos seguintes processos: reconstrução das condições físicas, hidrológicas e morfológicas antecedentes; ajuste químico do solo e da água; manipulação biológica, incluindo revegetação e reintrodução de espécies nativas ausentes ou daquelas que se tornaram inviáveis pelos distúrbios ecológicos.

Nesta forma de manejo os danos ecológicos aos recursos são reparados, a estrutura e as funções do ecossistema são recriadas, constituindo-se no ato de retornar o ecossistema a uma condição mais próxima daquela anterior ao distúrbio;

**Criação** (*Creation*) – refere-se à criação de um ecossistema que não existia previamente no local;

**Recuperação** (*Reclamation*) – processo destinado a adaptar um recurso “selvagem” ou “natural” para servir a propósito utilitário humano, dispondo um recurso natural para um novo uso ou um uso modificado. Freqüentemente é empregado para referir-se a processos que destroem ecossistemas nativos e os convertem para uso urbano ou agrícola;

**Reabilitação** (*Rehabilitation*) – é empregado primariamente no sentido de devolver boas condições ou o funcionamento de um corpo hídrico; na sua aplicação mais elementar destina-se à obtenção de melhorias de natureza visual de um recurso natural;

**Preservação** (*Preservation*) é a manutenção de um ecossistema aquático, envolvendo mais do que a prevenção de alterações explícitas; também implica em gerenciamento do ecossistema aquático para manter suas funções e características naturais. Às vezes é vinculada equivocadamente a mitigação de impactos pela suposição de que um ecossistema aquático preservado em um local compensará ou mitigará as perdas de funções aquáticas nos outros locais/ambientes das bacias envolvidas.

Embora a preservação possa prevenir perdas adicionais, ela não pode compensar perdas já ocorridas. A preservação é distinta de restauração e de criação na medida em que se assume que as funções e características do ecossistema preservado existem, mais ou menos, dentro de condições/parâmetros desejados. Isto não quer dizer que o ecossistema aquático não tenha sido sujeito a mudanças ao longo do tempo, mas que está funcionando de maneira aceitável não requerendo recuperação ou reabilitação.

Por outro lado, enquanto a restauração aponta para o retorno de um ecossistema a uma condição natural existente anteriormente, a **criação**, a **recuperação** e a **reabilitação** implicam em conduzir o ambiente a um novo ou alterado uso, para servir a um propósito humano em particular. Estas formas de manejo de rios degradados e os conceitos envolvidos assumem tamanha importância nos EUA que são empregados pela principal agência de meio ambiente daquele país a *U.S. Environmental Protection Agency* (EPA), a qual os adota nos seus estudos e programas sobre corredores fluviais.

Para autores australianos como Nancy D. Gordon, Thomas A. McMahon e Brian L. Finlayson (1992), os quais propõem que reabilitar um curso de água, significa fazê-lo retornar a uma condição saudável ou a uma condição melhor. Este manejo pode se dar:

**por método passivo** - nele o distúrbio é reduzido ou removido e opta-se por não fazer nada, ou seja, deixa-se o curso de água auto curar-se. Neste método, a remoção da fonte de um problema deve requerer o controle das fontes pontuais de poluição por meio da introdução de estação de tratamento de esgoto ou controlando fontes dispersas de poluição através da

redução do emprego químico e da erosão e nas terras agrícolas, podendo também envolver o controle de “pragas” vegetais ou espécies animais. Após a remoção ou controle da fonte do problema, e caso a reabilitação natural não seja espontânea, esta pode ser auxiliada através da revegetação e reintrodução de espécies da fauna;

**por método ativo** - se dá através da aplicação de procedimentos específicos de reparo, sendo separados em duas categorias: modificações no canal e modificações estruturais dentro do canal, as quais visam restaurar a diversidade do habitat físico no curso de água que tenha sido modificado ou degradado. Tais procedimentos envolvem práticas de engenharia, tais como o dimensionamento do canal, a reinstalação de meandros, o restabelecimento da morfologia depressão-soleira (*pool-riffle*), estabilização das margens, colocação de matacões e abrigos de peixe (Gordon et al., 1992).

Para outros autores também australianos como Brookes e Shields (1996), quatro abordagens de manejo de sistemas fluviais degradados podem ser conceituadas:

**Restauração total** (*full restoration*) – consiste no completo retorno do rio ao estado estrutural e funcional existente antes do distúrbio;

**Reabilitação** (*rehabilitation*) – é o retorno parcial do rio à estrutura ou função anterior ao distúrbio;

**Melhoria** (*enhancement*) – é definido como sendo qualquer melhora na qualidade ambiental do rio;

**Criação** (*creation*) – compreende o desenvolvimento de um recurso que não existia previamente no local.

Já os autores Ian D. Rutherford, Kathryn Jerrie e Nicholas Marsh (2000) na obra “*A Rehabilitation Manual for Australian Streams*” apresentam as seguintes abordagens de manejo de rios degradados:

**Restauração** (*restoration*) – consiste no retorno do rio às condições originais a partir do alcance de cinco objetivos pré-definidos: o restabelecimento do nível natural da qualidade da água; o restabelecimento da dinâmica sedimentar e do regime de fluxo natural (incluindo as flutuações sazonais, como também os padrões de enchentes anual e decenal); o restabelecimento da geometria natural do canal e da sua estabilidade; o restabelecimento da comunidade de plantas ribeirinhas naturais; o restabelecimento das plantas e animais aquáticos nativos (se não houver colonização/repovoamento espontâneos).

Dois fatores são apresentados pelos autores como sendo responsáveis pelo fato de raramente se alcançar esta forma de manejo: a freqüente impossibilidade de se estabelecer como eram as condições originais do rio; e o fato destes tratamentos implicarem em modificações nos aspectos físico e biológico do rio (forma do canal, comunidade biológica, etc.) de maneira que eles repitam o estado original.

**Reabilitação** (*rehabilitation*) – consiste em melhorar os aspectos mais importantes do ambiente do rio, tomando como referência as condições degradadas. Trata-se de uma ação para retornar, artificialmente, as características dos elementos fundamentais do corpo

hídrico original, por intervenção direta ou acelerando-se o processo de recuperação.

Este manejo normalmente envolve o gerenciamento das condições física e química do fluxo de água de forma a: suprir as necessidades do ciclo de vida das comunidades de organismos que se está trabalhando, concentrando nas necessidades limitantes do ciclo de vida; remover ou controlar os processos danosos (ex: fluxo alterado, baixa qualidade da água, pastagem de gado) que rompe o ciclo de vida; retornar a morfologia e hidrologia do fluxo de água à sua complexidade e variabilidade natural à (incluindo uma freqüência e magnitude suficiente de enchentes e erosão), que suprem o *habitat* e as fontes de alimentos necessárias aos organismos.

**Remediação** (*remediation*) – é o tratamento nos casos em que mudanças irreparáveis no fluxo de água tornam impossível a sua reabilitação, e sendo o estado original não mais um objetivo apropriado. Esta forma de manejo visa melhorar as condições ecológicas do fluxo de água, mas ao final esta melhora não se assemelhará necessariamente ao estado original do rio. De fato, não se pode prever o que esta melhora pode acarretar. A aplicação desta forma de manejo reconhece que o rio mudou tanto que a condição original não é mais relevante, mesmo assim ela visa uma condição inteiramente nova (Rutherford et al., 2000).<sup>1</sup>

Dentre as várias formas pelas quais um rio é identificado através dos seus atributos e características, nenhuma delas estabelece uma identificação quanto às condições ambientais do rio. Como uma forma de parâmetro para a implementação das ações de maneios em ambientes hídricos, Fryirs e Brieley (2000, p.41) estabelecem cinco categorias fluviais, que compreendem os diferentes estágios da condição de um rio:

**Intacto** (*Intact*) – condição na qual o rio preserva características geomórficas e atributos comportamentais consistentes com a sua condição pré-distúrbio. Seus canais freqüentemente exibem associações de vegetação ribeirinhas intactas ou remanescentes, sendo capazes de retornar às suas condições de intactos após distúrbios como enchentes, fogo, etc.;

**Degradado** (*Degraded*) – o rio distanciou-se significativamente de sua condição de “intacto”, mas não se deu início à sua recuperação. Seus canais estão sempre em um estágio de desequilíbrio, tentando ajustar-se ao distúrbio;

<sup>1</sup> Embora na comunidade científica portuguesa os termos requalificação, reabilitação e restauração sejam compreendidos geralmente do mesmo modo, conceitua-se como **requalificação** a forma de manejo, que compreende um conjunto de técnicas que visam restabelecer o funcionamento do ecossistema aquático e a recolonização pelas comunidades que lhe estão naturalmente associadas (em termos de balanço energético, cadeia alimentar, etc.), permitindo ainda maximizar o uso múltiplo das condições oferecidas por esse sistema (Cortes, 2003, p.2).

**Ponto de mutação** (*Turned point*) – o rio está num estágio de transição tal que seus futuros ajustes poderão levá-lo, ou em direção de um contínuo caminho de degradação, ou em direção à sua restauração, ou em direção da criação de uma “nova” condição;

**Restauração** (*Restoration*) – o rio mostra sinais de recuperação natural, tendo se tornado, moderadamente capaz de recuperar-se de mudanças. Seu canal é capaz de refazer-se após sofrer pequenos distúrbios. A sua estrutura e função são robustas e operam de maneira a auto-ajustar-se e auto manter-se. Estes canais readquirem uma condição de intacto que se aproxima das características e do comportamento anteriores ao distúrbio;

**Criação** (*Creation*) – em vez de retornar à condição de restauração, as mudanças nas condições da bacia são tão profundas que os processos de recuperação do rio estão levando os canais em direção a uma nova condição. Em alguns casos, isto reflete condições nas quais o regime de fluxo, a transferência de sedimentos e os padrões de vegetação foram alterados de maneira irreversível. Eles não apresentam alguns atributos da forma e da função exibidos pelo rio pré-distúrbio.

Autores alemães como Binder (1998) define como **renaturalização** a partir da abordagem que tem como objetivo recuperar os rios e córregos de modo a regenerar o mais próximo possível a biota natural, através de manejo regular ou de programas de renaturalização e preservar as áreas naturais de inundação e impedir quaisquer usos que inviabilizem tal função.

A orientação técnica da Semads/Serla (2001), em relação ao manejo de rios retificados em áreas rurais e rios e córregos em áreas urbanas, estabelece a abordagem definida como **revitalização**, a qual consiste em melhorar a situação ecológica do rio com um conjunto de medidas envolvendo: o desenvolvimento de um curso mais natural para o rio; a recuperação de uma morfologia mais natural; o manejo da mata ciliar; a eliminação dos impactos ao ambiente fluvial; educação ambiental; saneamento básico; valorização e aproveitamento da paisagem fluvial.

No Brasil, Cunha (2003), por sua vez, conceitua como **recuperação** o manejo de um rio ou do ecossistema fluvial que implica no retorno deste às condições anteriores ao distúrbio, consistindo na estabilização do desenvolvimento de habitat e colonização a uma taxa mais rápida que a dos processos naturais físicos e biológicos. Esta forma de manejo considera aspectos hidrológico e ecológico, qualidade da água, estética, além de uma visão integradora do projeto sustentável de recuperação.

O Ministério do Meio Ambiente do governo brasileiro (Brasil, 2004), no que se refere ao manejo de rios degradados, apresenta um conjunto de ações definidas como **revitalização**, compreendendo o processo de recuperação, conservação e preservação ambiental por meio da implementação de ações integradas e permanentes, que promovam o uso sustentável dos recursos naturais, a melhoria das condições socioambientais, o aumento da quantidade e a melhoria da qualidade da água para usos múltiplos.

**Quadro esquemático das abordagens**

Sintetizando as definições das abordagens estabelecidas para as ações de manejos e interligando-as com suas respectivas metas, pode-se visualizar o seguinte quadro esquemático (Quadro 1).

**Quadro 1.** Síntese das abordagens e metas no manejo de rios degradados.

Metas \ Abordagens	Abordagens									
	Restauração	Restauração Total	Renaturalização	Melhoria	Reabilitação	Remediação	Recuperação	Revitalização	Criação	Preservação
Restabelecimento das funções aquáticas, e características físicas, químicas e biológicas anteriores ao distúrbio.	█									
Completo retorno ao estado estrutural e funcional anterior ao distúrbio.		█								
Qualquer melhora na qualidade ambiental.			█			█				
Retornar, artificialmente os elementos fundamentais do corpo hídrico original, melhorando os mais importantes aspectos do ambiente fluvial.					█		█			
Retorno parcial à estrutura e função anterior ao distúrbio.					█					
Adaptação do corpo hídrico a um novo uso.							█			
Retorno do curso de água a uma condição saudável ou melhorada.					█			█		
Desenvolvimento de um novo ecossistema previamente não existente no ambiente.									█	
Manutenção da condição atual do ecossistema e prevenção de modificações nas suas funções e características.										█

Fonte: Silva (2007).

**Conclusão**

As formas de manejo, quanto à sua abrangência espacial, mostram desde um trecho definido do corpo hídrico até ao ecossistema do ambiente hídrico como um todo – um lago, uma lagoa, uma zona úmida ou uma bacia hidrográfica. Suas metas de atuação em termos de escala temporal são desde médio prazo, como no caso do tratamento paisagístico das margens de um canal fluvial, a de longo prazo, como as intervenções de caráter estrutural de mudanças nos usos do solo, intervenções na morfologia fluvial, etc.

Quanto às formas de intervenção no ambiente fluvial degradado, praticamente todas enfatizam a priorização da aplicação de técnicas de “engenharia leve” (*soft engineering*), a qual valoriza enormemente os principais aspectos dos ecossistemas. Contudo, determinadas práticas de “engenharia pesada” (*hard engineering*) são admitidas no processo de intervenção, de maneira indireta, para que os objetivos sejam atingidos.

Na década de 1990, um relatório publicado pelo National Research Council (1992), mostrou que a restauração ecológica de ecossistemas aquáticos é possível, embora às vezes ela possa não ser desejável, ou mesmo mostre-se impraticável, como nos casos em que investimentos empregados em determinadas estruturas de desenvolvimento tornem inviável qualquer tentativa de “reconstituir” os sistemas naturais preexistentes nestes locais.

Devido ao fato de ecossistemas aquáticos serem interconectados e interativos, os trabalhos de restauração, geralmente, devem ser conduzidos numa escala ampla o suficiente para incluir todos os elementos significativos da bacia hidrográfica. A restauração, contudo, pode ser realizada em etapas, e assim, características e funções particulares do ecossistema, como por exemplo, a potabilidade da água, podem ser restabelecidas até mesmo quando outras características do ecossistema divergirem significativamente das condições naturais. Desta forma, em certas situações, a restauração ecológica parcial pode ser a meta do gerenciamento operante e pode prover benefícios ecológicos significativos embora restauração plena não seja atingida.

Na abordagem dos ecossistemas aquáticos degradados, segundo este relatório, faz-se necessário, como passo inicial, uma estrutura de “triagem” que seja aplicada de maneira a identificar e subdividir os sistemas ameaçados em três categorias: aqueles que se recuperarão sem intervenção; aqueles que não podem ser restaurados a um grau significativo, até mesmo com uma intervenção extensiva e aqueles que podem ser significativamente restaurados com ações apropriadas.

O planejamento de um projeto de restauração tem que começar com a especificação das suas metas e objetivos. Além de determinar indicadores de desempenho, é necessário propor também um programa de monitoramento e de avaliação que seja adequado em escala, que meça com precisão e segurança os indicadores de desempenho, e assim avalie o progresso no alcance dos objetivos, metas e missão do projeto.

O manejo de rios e córregos, de acordo com National Research Council (*op. cit.*), deve começar

com o desenvolvimento de práticas de gerenciamento da terra que permitam a restauração natural de córregos ou rios. Desta maneira, os programas de controle de erosão em bacias hidrográficas devem ser acelerados, não somente para conservação do solo, mas também, com a finalidade de restaurar córregos e rios. As práticas de pastagem devem ser revisadas e modificadas para minimizar danos aos ecossistemas ribeirinhos e restabelecer rios e córregos danificados. O controle de erosão através de abordagens de “engenharia leve” (*soft engineering*), como técnicas de bioengenharia para reparo e estabilização de margens, devem ser priorizados em relação às abordagens de “engenharia pesada” (*hard engineering*), como construção de represas, barragens, a canalização e proteção com rocha (*riprap*). Os diques ou barragens não mais necessários devem ser demolidos para que se restabeleçam as conexões hidrológicas entre os *habitats* ribeirinhos e os da planície de inundação, como também entre rios e córregos associados. E os sistemas de classificação para uso de terra em áreas encharcadas (*wetlands*) devem indicar explicitamente os ambientes ribeirinhos e de planícies de inundações que mantêm as suas conexões periódicas com os rios.

### Considerações Finais

Da análise de alguns projetos e programas que são direcionados para rios ou bacias degradados no Brasil, destaca-se a coerência de seus conteúdos em relação ao que está regulamentado no Código Florestal Brasileiro no que tange às áreas de preservação permanente, matas ciliares, nascentes, etc.. Contudo observa-se que não há menção ou explicitação entre as ações e procedimentos formulados, e uma base cientificamente estruturada. De uma maneira geral, os órgãos e instituições definem suas ações como sendo de “revitalização”, de “restauração” ou de “recuperação” de um determinado rio ou bacia sem que, na maior parte das vezes, haja qualquer clareza sobre o significado destes termos, assim como entre aquilo que está sendo entendido por estas ações e qualquer parâmetro conceitual que tenha sido cientificamente estabelecido em estudos voltados para a problemática da degradação dos corpos hídricos, a nível nacional ou internacional.

Os programas desenvolvidos para lidar com a degradação fluvial deveriam necessariamente, definir o conjunto das suas ações de manejo de forma que estejam embasadas em contextos teóricos e conceituais, estabelecidos cientificamente, por exemplo, ao ser criado o programa para a restauração de um determinado rio ou bacia degradado, deveriam estar clara as metas, objetivos e termos nele empregados, em consonância com os conceitos definidos na literatura técnico-científica. Este fato, proporcionaria maior compreensão e, conseqüentemente, um melhor acompanhamento das ações de manejo e maior facilidade no entendimento dos seus objetivos, e maior transparência ao programa.

O quadro que se apresenta hoje no Brasil nos programas voltados a para gestão dos recursos hídricos degradados, é o de propostas de ações de manejo desvinculadas, com objetivos confusos e abertos a

diversas interpretações, tornando inviável sua avaliação quanto ao alcance das suas metas, isto quando alguma meta é explicitada.

No planejamento das ações voltadas para a correção dos elementos da degradação fluvial, a definição das técnicas a serem empregadas é uma etapa de grande importância. Apesar do reconhecimento de que as técnicas de “engenharia pesada” estão mais disponíveis no mercado e também apresentam respostas mais rápidas, dentro de uma visão calcada na interconectividade dos sistemas (e ecossistemas) aquáticos, a implementação de ações de “recuperação” deveria considerar as técnicas identificadas como de “engenharia leve”, pois apesar de terem tempos de resposta mais demorados do que as “pesadas” e da sua aplicação exigir um conhecimento mais profundo do ecossistema, possuem vários aspectos positivos, como por exemplo: o fato de empregar elementos naturais disponíveis localmente (menor impacto); de respeitar as características dos ecossistemas envolvidos; e reconhecidamente de possibilitar um restabelecimento mais “natural” do sistema fluvial com menor risco de gerar desequilíbrios em outros.

Contudo, acredita-se que para ser possível um planejamento voltado para a aplicação de técnicas da “engenharia leve”, torna-se imprescindível que seja constituída uma equipe de pesquisadores/planejadores multidisciplinar, compreendendo necessariamente no seu corpo: geomorfólogos, biólogos, engenheiros ambientais e ecologistas, entre outros.

Torna-se da maior importância que no planejamento das ações direcionadas ao tratamento de rios ou bacias degradados, o dimensionamento da escala em que se pretenda atuar seja a mais ampla possível. E, em se considerando a interconectividade e a interatividade dos ecossistemas aquáticos, esta escala deve ter, na medida do possível, a abrangência das bacias hidrográficas.

Os programas de restauração de rios ou bacias degradados devem ter claramente definidos suas metas e objetivos, e estes direcionados às causas e não apenas as consequências da degradação fluvial, buscando tornar o ecossistema auto-sustentável e minimizando as necessidades de intervenções. Eles devem ser dotados de indicadores de desempenho que, utilizando atributos biológicos, físicos e químicos mensuráveis e diretamente ligados aos objetivos, permitam a avaliação e o monitoramento do alcance de objetivos e metas.

A reunião das abordagens aqui analisadas para o manejo de corpos hídricos degradados, não teve a pretensão de dar indicação de procedimentos a serem adotados por qualquer organismo ou estudo específico para resolução de problemas locais ou regionais. Entretanto, da análise efetuada, considera-se que qualquer programa deveria proceder, inicialmente, à elaboração de um quadro diagnóstico com as características dos sistemas fluviais ou bacias existentes, anteriores e posteriores aos eventos que os degradaram, o que é feito por meio de levantamentos históricos (utilizando antigas fotografias, mapas antigos e relatos de moradores, entre outros). É somente através do conhecimento das características e

condições pretéritas de um rio ou bacia que se pode ter a real dimensão das alterações ocorridas na dinâmica e na morfologia do mesmo ao longo do tempo até os dias atuais.

### Agradecimentos

A Prof<sup>a</sup>. Dra. Maria Naíse de Oliveira Peixoto por sua ajuda.

### Referências

- Assumpção, A.P. 2009. Retificação de Canais Fluviais no Baixo Curso da Bacia do Rio Macaé (RJ) – Uma Abordagem Geomorfológica. Dissertação de Mestrado - UFRJ / PPGG. Rio de Janeiro, 110p.
- Benetti, A.; Bidone, F. 2001. O Meio Ambiente e os Recursos Hídricos. In TUCCI, Carlos E.M. (Org.). Hidrologia – Ciência e Aplicação. 2ª Ed., Editora Universidade/UFRGS, ABRH. Porto Alegre, p. 849-855.
- Binder, W. 1998. Rios e Córregos, Preservar - Conservar – Renaturalizar. A Recuperação de Rios, Possibilidades e Limites da Engenharia Ambiental – 1ª ed. Rio de Janeiro. SEMADS, 41p.
- Brasil. 1986. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução Conama nº 001/86. Brasília.
- Brasil. 2004. Ministério do Meio Ambiente. Programa de Revitalização da Bacia do Rio São Francisco. Brasília.
- Brookes, A.; Knight, S.S.; Shields, F.D. 1996. Habitat Enhancement. In: Brookes, A.; Shields, F.D. (Eds.), River Channel Restoration: Guiding Principles for Sustainable Projects. Chichester: John Wiley & Sons. p.149–179.
- Cortes, R.M.V. 2003. Requalificação de Cursos de Água, Universidade Trás-os-Montes e Alto Douro. Portugal, 87p.
- Cunha, S.B., 2003. Canais Fluviais e a Questão Ambiental. In Cunha, S.B.; Guerra, A.J.T. (Org.). A Questão Ambiental – Diferentes Abordagens. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.219-238.
- Cunha, S.B. 2003. Geomorfologia Fluvial. In: Cunha, S.B.; Guerra, A.J.T. (Org.). Geomorfologia – uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.211-252.
- Cunha, S.B.; Guerra, A.J.T. 2003. Degradação Ambiental. In: Cunha, S.B.; Guerra, A.J.T. (Org.). Geomorfologia e Meio Ambiente. RJ: Bertrand Brasil, p.337-379.
- Douglas, I. 2000. Fluvial Geomorphology and River Management. Australian Geographical Studies, 38, 253-262.
- Dunne, T.; Leopold, L.B. 1978. Water in Environmental Planning. New York, 818p.
- Reid, L.M.; Dunne, T. 1996. Rapid Evaluation of Sediment Budgets. GeoEcology, Catena Verlag. Germany, 164p.
- Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG). 1998. Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices. USA, 637p. Disponível em: [http://www.usda.gov/stream\\_restoration](http://www.usda.gov/stream_restoration). Acesso: 08 jan. 2006.
- Fryirs, K.; Brieley, G.J. 2000. A Geomorphic Approach to Identification of River Recovery Potential. Physical Geography, 21, 244-272.
- Gordon, N.D.; McMahon, T.A.; Finlayson, B.L. 1992. Stream Hydrology: An Introduction for Ecologists. Centre for Environmental Applied Hydrology – University of Melbourne. John Wiley & Sons, p.447-473.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 2004. Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente. 2ª Ed. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://>

- [www.ibge.gov.br / home / presidência / notícias / vocabulario.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/vocabulario.pdf). Acesso em: 24 jul. 2007.
- Lewis, R. Roy III. Wetlands Restoration/Creation/Enhancement Terminology: Suggestions for Standardization. In: Wetland Creation and Restoration: The Status of Science. Vol. II: Perspectives. Jon A. Kusler. Ed. US Environmental Protection Agency. 1989. p.1-3. Disponível em: <http://nepis.epa.gov>. Acesso em: 26 jul. 2007.
- Marçal, M.S.; Luz, L.M. 2003. Planejamento e Gestão da Bacia do Rio Macaé - Litoral Norte Fluminense com base em estudos integrados de Geomorfologia e Uso do Solo. In: Anais do IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Recife.
- Mello, E.V. 2005. Alterações Tecnogênicas em Sistemas Fluviais no Município de Volta Redonda, Médio Vale do Rio Paraíba do Sul Fluminense. Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado, PPGG/UFRJ, 166p.
- Mota, S.; Aquino, M.D. 2003. Gestão Ambiental. In: Campos, N.; Studart, T. (Ed.). Gestão de Águas: princípio e práticas. Porto Alegre. ABRH, p.127-146.
- National Research Council. Restoration of aquatic ecosystems: science, technology, and public policy. National Academy Press. USA. 1992. 575 p. Disponível em: <http://www.nap.edu/catalog/1807.html>. Acesso em: 02 mar. 2005.
- National River Restoration Science Synthesis (NRRSS). 2006. Disponível em: <http://www.restoringrivers.org>. Acesso em: 01 out. 2006.
- Rutherford, I.D; Jerie, K; Marsh, N. 2000. A Rehabilitation Manual for Australian Streams. Vol. 1. Australia. 192p. Disponível em: [www.rivers.gov.au](http://www.rivers.gov.au). Acesso em: 04 fev. 2005.
- Semads/Serla. 2001. Revitalização de Rios - Orientação Técnica. Rio de Janeiro: Semads, 76p.
- Silva, L.C. 2007. As Bases Conceituais de Manejos de Corpos Hídricos Degradados e suas Diferentes Perspectivas". In: XXIX Jornada de Iniciação Científica, Artística e Cultural da UFRJ.
- Soares, J.V. Introdução a Hidrologia da Floresta. INPE. Brasil. Disponível em: [www.ltid.inpe.br/drs/vianei/CursoHF/Capitulo1.htm](http://www.ltid.inpe.br/drs/vianei/CursoHF/Capitulo1.htm). Acesso em: 13 jan. 2006.
- Suguió, K.; Bigarella, J.J. 1979. Ambiente fluvial. Editora da Universidade do Paraná, Curitiba, 183p.
- Villela, S.M.; Mattos, A. 1975. Hidrologia Aplicada. São Paulo, MacGraw Hill, p. 6-28.