

Anais do I Workshop Sobre Recuperação de Áreas Degradadas de Mata Ciliar no Semiárido



Bacia Hidrográfica e Sua Relação Com o Ecossistema Ripário

Lúcio Alberto Pereira¹

Maria Carolina Tonizza Pereira²

Matas ciliares são formações florestais situadas às margens dos cursos de água e são componentes da estrutura de bacias hidrográficas. Essas comunidades florestais desempenham inúmeras funções na dinâmica de uma bacia hidrográfica e são condições básicas para a manutenção da integridade dos processos hidrológicos e ecológicos nessas unidades da paisagem (BARBOSA, 2000). São protegidas legalmente (BRASIL, 1965) e estudos de sua dinâmica são importantes para formar a base na gestão e planejamento dos recursos hídricos em bacias hidrográficas.

Bacias Hidrográficas são exemplos de sistemas complexos, em virtude da variedade de elementos componentes e dos fluxos de interação entre estes. Em função dessa complexidade, essa região geográfica, bem delimitada, pode ser estudada aplicando-se os conceitos de ecossistema e geossistema, como estão sendo utilizados no projeto de recuperação de mata ciliar degradada do Rio São Francisco.

Bacia Hidrográfica sob a Ótica de Ecossistemas e Geossistemas

Nos ecossistemas, os fluxos dominantes são os da interação vertical, pois abrangem cadeias alimentares pelas quais fluem as energias, conjuntamente com os ciclos biológicos necessários para a reciclagem dos nutrientes essenciais. Nessa abordagem, os ecossistemas caracterizam-se pela produção e fluxos de energia e matéria necessários para que a vida se mantenha e prossiga; para a manutenção e permanência dos seres vivos do referido sistema ecológico. Por essa razão, a análise da biodiversidade, da

¹Ecólogo, D.Sc. em Geociências e Meio Ambiente, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE. lucio.ap@cpatsa.embrapa.br.

²Bióloga, M.Sc. em Botânica, professora da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Petrolina, PE. carolina.tonizza@univasf.edu.br.

estrutura e fluxos, a avaliação dos recursos e da estabilidade e as propostas de manejo, geralmente são referenciadas para a escala local.

Os geossistemas, também designados como sistemas ambientais físicos, representam a organização espacial resultante da interação dos elementos físicos e biológicos da natureza (clima, topografia, geologia, águas, vegetação, animais, solos). Os sistemas ambientais físicos possuem uma expressão espacial na superfície terrestre, funcionando por meio da interação de área dos fluxos de matéria e energia entre os seus componentes. Assim, os ecossistemas locais são integrados nessa organização mais abrangente e de maior complexidade hierárquica (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Funções da Mata Ciliar e Relação com a Bacia Hidrográfica

As matas ciliares situam-se nas planícies de inundação e margens e os eventos de inundação determinam grandes mudanças em toda a bacia hidrográfica.

As planícies fluviais constituem a zona de sedimentação (deposição) ao longo dos rios nas partes mais baixas da bacia hidrográfica e são denominados pela geomorfologia fluvial como Leito Maior Excepcional, área ocupada pelas mais elevadas, as enchentes (nem sempre) e Leito Maior Periódico ou Sazonal, área regularmente ocupada pelo menos uma vez ao ano (CHRISTOFOLETTI, 1978). É neste segmento da paisagem que deve permanecer a vegetação ciliar, cuja largura é estabelecida de acordo com a largura do curso d'água. A vegetação ciliar é de fundamental importância na contenção de sedimentos, erosão de margens, regularização de vazões e proteção da fauna aquática. Contudo, a vegetação ciliar deve estar associada com outras práticas de manejo integrado de bacias hidrográficas.

A estrutura e o funcionamento dos rios de grande porte são fortemente influenciados pelas planícies de inundação. As lagoas associadas às planícies de inundação são áreas de reprodução e refúgio de muitas espécies de peixes e plantas aquáticas de rios e serve como uma rota para a dispersão (JUNK et al., 1989).

Planícies de inundação são consideradas zonas de transição entre o ambiente aquático (lótico e lêntico, ou seja, rios e lagos marginais) e o terrestre. Tais ambientes de transição, denominados ecótonos, apresentam alta biodiversidade e estão entre os mais produtivos do mundo (JUNK et al., 1989). As dimensões desta zona de transição dependem basicamente das variações do nível d'água, impostas pelos fatores geográficos como também pela sazonalidade dos ciclos hidrológicos e climáticos existentes. De maneira geral, a zona de transição se alarga abaixo. Os maiores ecótonos encontram-se nas calhas principais de grandes rios onde as planícies de inundações alcançam grandes extensões formando sistemas complexos, tais como o Pantanal, matas de várzea do Rio Solimões e os sistemas de do Rio Paraná (BARRELLA et al., 2000).

Nestes ambientes, a mata ciliar desempenha várias funções como: controlar a erosão nas margens dos cursos d'água, evitando o assoreamento dos mananciais; minimizar os efeitos de enchentes; manter a quantidade e a qualidade das águas; filtrar os possíveis resíduos de produtos químicos como agrotóxicos e fertilizantes.

Considerando-se ecossistema e geossistema, a mata ciliar desempenha várias outras funções, como citam Barrella et al. (2000), para quem são muitas as relações existentes entre os sistemas terrestres e aquáticos. As áreas ripárias e suas matas ciliares possuem importantes funções na dinâmica dos ecossistemas aquáticos. Dentre elas destacam-se: a formação de habitats e abrigos, corredores de migração, áreas de reprodução, constância térmica, regulação da entrada e saída de energia, fornecimento de material orgânico, contenção de ribanceiras, diminuição da entrada de sedimento, sombreamento, regulação da vazão e do fluxo de corrente, além da influência na concentração de elementos químicos na água.

Junk et al. (1989), postularam na Teoria dos pulsos de inundação ou *Foodpulse concept*, que a periodicidade do ciclo hidrológico na planície de inundação influencia a produtividade aquática (positivamente) e os processos ecológicos, em decorrência das trocas com as áreas laterais da planície de inundação.

Ribeiro (1994) e Schiemers et al. (1995), citados por Barrella et al. (2000), corroboram com esse postulado, afirmando que a energia do fluxo de água e as obstruções causadas pela geomorfologia, rochas e detritos orgânicos derivados das áreas ripárias são determinantes na criação de heterogeneidade longitudinal e lateral, influenciando a diversidade, a biomassa de peixes e a produtividade dos rios.

Os autores Barrella et al. (2000), ainda salientam que os diferentes tipos de habitats existentes dentro das bacias hidrográficas possuem distintas composições e funcionamentos. Assim, os lagos marginais, as matas inundadas, os brejos e outros biótopos apresentam características biológicas e abióticas distintas daquelas encontradas nos rios que os formam. Muitas vezes, seus componentes biológicos são comuns, fazendo com que o equilíbrio ecológico de um habitat dependa da manutenção de outro.

Dimensões da Bacia Hidrográfica

Pode ser estudada em diferentes dimensões, indo até as menores unidades de estudo, como as microbacias, que ainda podem ser divididos pelo alto, médio e baixo curso do rio principal, sem que se perca a totalidade das informações referentes às diversidades socioambientais da bacia hidrográfica como um todo.

De acordo com Santana (2003), bacias podem ser desmembradas em um número qualquer de sub-bacias, dependendo do ponto de saída considerado ao longo do seu eixo-tronco ou canal coletor. Cada bacia hidrográfica interliga-se com outra de ordem hierárquica superior, constituindo, em relação à uma sub-bacia.

A atuação espacialmente mais localizada permite tratar, com um grau de aprofundamento e especificidade bastante razoável, problemas econômicos, sociais e ecológicos comuns a uma determinada comunidade. O uso da microbacia hidrográfica para o desenvolvimento de planos de manejo ambiental, onde os estudos dos fenômenos físicos e biológicos devem ser analisados de forma integrada e sistêmica, são conjugados com os estudos socioeconômicos que definem os processos de organização espacial inseridos dentro e fora da área da bacia.

Cecílio e Reis (2006) definem a microbacia como uma sub-bacia hidrográfica de área reduzida, não havendo consenso de qual seria a área máxima (máximo varia entre 10 ha a 20.000 ha ou 0,1 km² a 200 km²).

Um conceito importante atribuído a microbacias é o ecológico, que considera a menor unidade do ecossistema onde pode ser observada a delicada relação de interdependência entre os fatores bióticos e abióticos, onde perturbações podem comprometer a dinâmica de seu funcionamento. Este conceito visa à identificação e o monitoramento de forma orientada dos impactos ambientais (MOSCA, 2003; LEONARDO, 2003).

Nessa mesma linha, Calijuri e Bubel (2006) adotam unidades hidrológicas e ecológicas para conceitualizar o termo microbacia hidrográfica. São áreas formadas por canais de primeira e segunda ordem e, em alguns casos, de terceira ordem, devendo ser definida como base na dinâmica dos processos hidrológicos, geomorfológicos e biológicos. As microbacias são áreas frágeis e frequentemente ameaçadas por perturbações, nas quais as escalas espacial, temporal e de observação são fundamentais.

Teorias Ecológicas Aplicadas ao Estudo e Manejo de Bacias Hidrográficas

Alguns princípios científicos são necessários para o entendimento do funcionamento dos ecossistemas em toda sua complexidade. Diversas teorias ecológicas têm sido diretamente relacionadas à dinâmica, estrutura e função dos sistemas aquáticos de água doce, fornecendo excelente fundamentação teórica para análise e estudo de bacias hidrográficas. A seguir, são apresentadas, de modo resumido, as principais teorias:

a) Teoria do contínuo fluvial ou *River continuum concept* (RCC) (VANNOTE et al., 1980).

Segundo esta teoria, os sistemas lóticos, particularmente os riachos de regiões temperadas, representam um gradiente de variáveis ecológicas, da nascente até a foz.

Ao longo do rio, variam a largura do canal, o volume de água, a profundidade, a temperatura, a quantidade e o tipo de material suspenso transportado. Isso faz com que as comunidades que se encontram organizadas no eixo longitudinal maximizem o uso dos materiais e a energia transportados gradiente rio abaixo.

Foram postuladas ainda mudanças funcionais na relação produção/respiração, ao longo do canal fluvial.

b) Teoria dos pulsos de inundação ou *Floodpulse concept* (JUNK et al., 1989).

Em rios tropicais de amplas planícies de áreas alagáveis, o pulso de inundação é o fator-chave que origina e controla a produtividade e o fluxo de energia desses sistemas. No caso das planícies de inundação dos rios tropicais, a produção de biomassa e a ciclagem de nutrientes ocorrem principalmente na área alagável da planície. A periodicidade do ciclo hidrológico na planície de inundação influencia a produtividade aquática (positivamente) e os processos ecológicos, em decorrência das trocas com as áreas laterais da planície de inundação. Assim, diferentemente do comportamento previsto na Teoria do contínuo fluvial, em que as comunidades encontram-se organizadas no eixo longitudinal de forma a maximizarem o uso dos materiais e a energia transportados gradiente abaixo, nos rios com planície de inundação, os eventos de inundação determinam grandes mudanças em toda a bacia hidrográfica.

c) Teoria do espiralamento de nutrientes ou *Nutrient spiralling concept* (ELWOOD et al., 1983; NEWBOLD et al., 1982).

Os nutrientes nos sistemas lóticos não sofrem uma verdadeira ciclagem em um determinado lugar, como acontece nos sistemas terrestres, porque, em decorrência do contínuo movimento da água e dos materiais particulados rio abaixo, a ciclagem de nutrientes é interrompida. Este conceito tem sido reconhecido como bastante útil para descrever a dinâmica de nutrientes em sistemas lóticos, onde ocorre um transporte contínuo e unidirecional de nutrientes. O átomo de qualquer nutriente viajaria rio abaixo uma certa distância até que fosse incorporado no material particulado. De um lado a distância percorrida seria maior com aumentos do fluxo de água e decresceria com aumentos na taxa de

absorção ou tomada de nutrientes, como, por exemplo, pelos aumentos na biomassa e taxas de crescimento da biota, e decresceria, por outro lado, com as diminuições na velocidade da corrente. O comprimento das espirais seriam variáveis para os diferentes elementos e dependentes do tempo. Poderiam ser maiores em uma época do ano do que em outras, por exemplo, maiores em épocas de maior vazão e de inundações, processos de frequente ocorrência em muitas bacias hidrográficas.

d) Teoria da dinâmica de manchas ou *Patchy dynamics concept* (TOWNSEND, 1989).

Existem gradientes definidos ao longo do curso da bacia hidrográfica, possibilitando a delimitação de sub-regiões de características ou comportamentos homogêneos, formando manchas com características próprias. O zoneamento ambiental da bacia hidrográfica constitui uma atividade necessária ao planejamento de usos, manejo e práticas mais realistas de conservação.

e) Teoria da perturbação intermediária ou *Intermediate disturbance hypothesis* (IDH) (CONNELL, 1978).

A teoria do distúrbio intermediário fornece uma explicação para o fato de a maioria dos ecossistemas se encontrarem distantes do clímax, do equilíbrio dinâmico ou estado estável, de acordo com a teoria da sucessão ecológica desde que, na maioria deles, tenha transcorrido um período de tempo suficiente para que este fosse atingido (REYNOLDS et al., 1993).

Connell (1978) pressupõe que a estrutura das comunidades que sofrem perturbações intermediárias, tem seu desenvolvimento, ou sucessão autogênica, retardada, interrompida ou destruída, podendo o termo "intermediário" ser aplicado nos dois sentidos, o de intensidade média ou o de distúrbio que ocorre em uma etapa intermediária da sucessão, como ressaltado por Reynolds et al. (1993). Para as comunidades, formações ou ecossistemas incluídos em uma bacia hidrográfica, a teoria do distúrbio intermediário permite entender os diferentes estágios sucessionais em áreas que estão sujeitas a distúrbios intermediários tanto antropogênicos quanto naturais. Para os sistemas aquáticos, e particularmente para as comunidades planctônicas, os estudos realizados por diversos autores sugerem que os distúrbios seriam eventos estocásticos, de natureza abiótica, relacionados principalmente com eventos climáticos ou

hidrológicos, operando em curtas escalas de tempo. Eventos de cheias, pulsos de inundação, tempestades e abertura de comportas de barragens seriam alguns dos exemplos ilustrativos desse tipo de perturbação.

Considerações Finais

As matas situadas às margens dos cursos de água são componentes da estrutura de bacias hidrográficas e os eventos de inundação determinam grandes mudanças em toda a bacia. As planícies fluviais constituem a zona de sedimentação ao longo dos rios nas partes mais baixas da bacia hidrográfica, sendo a vegetação ciliar de fundamental importância na contenção de sedimentos, erosão de margens, regularização de vazões, servindo como área de reprodução e refúgio de peixes e plantas aquáticas, minimizando os efeitos de enchentes e também exercendo a função de filtragem de possíveis resíduos químicos oriundos das áreas cultivadas. Tais ambientes de transição, denominados ecótonos, por apresentarem alta biodiversidade estão entre os mais produtivos do mundo.

O entendimento dos mecanismos que regulam a dinâmica das bacias hidrográficas é relevante em processos de manutenção e conservação das margens de rios, pois, em rios tropicais, como o São Francisco, de amplas planícies de áreas alagáveis, o pulso de inundação é o fator-chave que origina e controla a produtividade e o fluxo de energia desses sistemas, uma vez que nas planícies de inundação dos rios tropicais, a produção de biomassa e a ciclagem de nutrientes concentra-se nestas áreas.

É necessário reconhecer e descrever a dinâmica de nutrientes em sistemas lóticos como o São Francisco, onde ocorre um transporte contínuo e unidirecional de nutrientes. Deve-se ainda dar especial atenção aos distúrbios provocados por eventos climáticos como cheias e tempestades e por eventos de origem antrópica (abertura de comportas). Neste caso, o trecho do Rio São Francisco que fica logo após a Barragem de Sobradinho é altamente influenciado pelas ações de abertura ou fechamento de comportas. Decorre daí a necessidade de se considerar no estudo desta bacia hidrográfica a influencia deste processo nas comunidades e nas formações florestais ciliares.

Referências

- BARBOSA, L. M. Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo, SP: EDUSP: FAPESP, 2000. p. 289-312.
- BARRELLA, W.; PETRERE JUNIOR, M.; SMITH, W. S.; MONTAG, L. F. A. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO; H. F. (Ed.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo, SP: EDUSP, 2000. p. 187-207.
- BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 16 set. 1965. Institui o Código Florestal Brasileiro. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm>. Acesso em: 21 nov. 2010.
- CALIJURI, M. C.; BUBEL, A. P. M. Conceituação de microbacias. In: LIMA, W. de P.; ZAKIA, M. J. B. (Org.). **As florestas plantadas e a água: implementando o conceito da microbacia hidrográfica como unidade de planejamento**. São Carlos: RiMA, 2006. 226 p.
- CECÍLIO, R. A.; REIS, E. F. **Apostila didática: manejo de bacias hidrográficas**. Universidade Federal do Espírito Santo, 2006. 10 p.
- CHRISTOFOLETTI, A. A morfologia de bacias de drenagem. **Notícias Geomorfológicas**, Campinas, v. 18, n. 36, p. 130-132, 1978.
- _____. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher: EDUSP. 1999. 236 p.
- CONNELL, J. H. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. **Science**, [Washington], n. 199, p. 1.302-1.310, 1978.
- ELWOOD, J. W.; NEWBOLD, J. D.; O'NEIL, R. V.; VANKKLE, V. Resource spiraling: an operation paradigm for analysing lotic system. In: FOUTAINE, T. D.; BARTELL, S. M. (Ed.). **Dynamic of lotic ecosystems**. Michigan: Ann Arbor Science Publisher, 1983. p. 3-27.
- JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river - floodplain systems. **Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v. 106, p. 110, 1989.
- LEONARDO, H. C. L. **Indicadores de qualidade de solo e água para avaliação do uso sustentável da microbacia hidrográfica do Rio Passo CUE, região oeste do Estado do Paraná**. 2003. 121 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Piracicaba.
- MOSCA, A. A. O. **Caracterização hidrológica de duas microbacias visando à identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental de manejo de florestas plantadas**. 2003. 96 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Piracicaba.

NEWBOLD, J. D.; MUHOLLAND, P. J.; ELWOOD, J. W.; O'NEIL, R. Organic carbon spiralling in stream ecosystems. **Oikos**, Hoboken, n. 38, p. 266-272, 1982.

REYNOLDS, C. S.; PADISK, J; SOMMER, U. Intermediate disturbance in the ecology of phytoplankton on the maintenance of species diversity: a synthesis. **Hydrobiologia**, Heidelberg, n. 249, p. 183-188, 1993.

SANTANA, D. P. **Manejo integrado de bacias hidrográficas**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 63 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 30).

TOWNSEND, C. R. The patch dynamics concept of stream community ecology. **Journal of the North America Benthological Society**, Waco, n. 8, p. 36-50, 1989.

VANNOTE, R. L., MINSHALL, G. W., CUMMINS, K. W., SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, Ottawa, v. 37, p. 130-137, 1980.