

Permanent Preservation Areas and their environmental services

Josita Soares Monteiro¹, Jussara Cabral Cruz², Damáris Gonçalves Padilha³, Edner Baumhardt⁴

ABSTRACT

The Permanent Preservation Areas (APP), along watercourses, are determined based on the width of these. However, it is believed that there are more relevant factors, such as environmental services offered by APPs. The present study sought to compile studies that address environmental services from the APPs, such as subsidies for a better understanding on the subject. It was observed that, although there are equations for estimating the minimum width of APPs, some authors argue that the lack of a definitive method for establishing this width that allows for satisfactory protection of the watercourse. Some claim that without studies of the dynamics that occur in the riparian area, there is no way to conclude the distances expressed numerically for APPs are consistent with the principles of preservation for which they propose. Due to different methodologies and parameters involved in the delimitation of APP, are distinct bands of width settings for the same function in the same section of river. Thus, it is considered that one can only make widths indicative of areas to be kept vegetated or revegetated depending on the type of environmental service than expected, without, however, having to determine the proper width to serve simultaneously to all the services.

Keywords: forest code, ecosystem service, watercourse.

Áreas de Preservação Permanente e seus serviços ambientais

RESUMO

As Áreas de Preservação Permanente (APPs), ao longo dos cursos d'água, são determinadas em função da largura destes. Contudo, acredita-se que há outros fatores que devem ser considerados, entre quais se destacam os serviços ambientais oferecidos pelas APPs. O presente trabalho buscou compilar estudos que tratam dos serviços ambientais oriundos das APPs, a fim de fornecer subsídios para melhor entendimento sobre o assunto. Observou-se que, embora haja equações de estimativa da largura mínima de APPs, há autores que defendem a inexistência de um método definitivo para o estabelecimento desta largura que possibilite uma proteção satisfatória do curso d'água. Alguns autores afirmam que, sem os estudos da dinâmica que ocorre na área ripária, não há como concluir se as distâncias expressas numericamente para APPs são compatíveis com os princípios da preservação para os quais se propõem. Em virtude de diferentes metodologias e dos parâmetros envolvidos na delimitação da APP, encontram-se distintas definições de largura de faixas para uma mesma função, em uma mesma seção de rio. Deste modo, considera-se que se pode apenas fazer indicativos de larguras de áreas a serem mantidas vegetadas ou revegetadas em função do tipo de serviço ambiental que se espera, sem, entretanto, ter a determinação da largura adequada para atender, simultaneamente, a todos os serviços.

Palavras-chave: código florestal, serviço ecossistêmico, curso d'água

¹ Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal – UFSM. Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Av Roraima s/n°. CTLAB sala 442 - Campus Universitário da UFSM – Camobi, CEP 97105-900 - Santa Maria, RS – jositasm@yahoo.com.br.

² Professora Associada – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Av Roraima s/n°. CTLAB sala 539 – Campus Universitário da UFSM – Camobi, CEP 97105-900 - Santa Maria, RS – jussaracruz@gmail.com.

³ Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal – UFSM. Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Av Roraima s/n°. CTLAB sala 442 - Campus Universitário da UFSM – Camobi, CEP 97105-900 – Santa Maria, RS – Brasil – damarispadilha@gmail.com.

⁴ Professor Assistente – Centro de Educação Superior Norte – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Linha Sete de Setembro s/n - BR386 Km 40, CEP 98400-000 - Frederico Westphalen – RS – ednerb@gmail.com.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a legislação ambiental prevê uma série de leis, resoluções e decretos que definem a largura de área preservada que deve ser mantida ao longo dos cursos d'água, denominadas Áreas de Preservação Permanente (APP).

Dentre as legislações ambientais mais discutidas está o Código Florestal Brasileiro, que, mesmo com a nova redação dada pelas Leis Federais nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Brasil, 2012) e 12.727 de 17 de outubro de 2012 (Brasil, 2012a) conservou como parâmetro para a delimitação da APP a ser mantida ao longo de cursos d'água a largura destes. As referidas leis, dentre outras disposições, revogam a Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001.

Em continuidade às aceções presentes no novo Código Florestal, quanto às Áreas de Preservação Permanente, é oportuno transcrever, os artigos 3º e

4º, os quais estabelecem, respectivamente, a definição dessas áreas e a largura destas ao longo de cursos d'água:

“Art. 3º Para os efeitos desta Lei, entende-se por”:
(...)

“II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”;

“Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

“I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).” (Quadro 1):

Largura do curso d'água (metros)	Largura da APP (metros)*
Menos de 10	30
Entre 10 e 50	50
Entre 50 e 200	100
Entre 200 e 600	200
Maior que 600	500

Quadro 1: Largura das áreas de preservação permanente (APPs) em função da largura dos cursos d'água.

Embora as mudanças sofridas pelo Código não tenham alterado os valores de largura de APP, tampouco o balizador para essa definição, ou seja, o fator preponderante para se definir a largura de APP continua sendo a largura do curso d'água, pode-se observar que houve uma modificação significativa em relação ao ponto a partir do qual se deve delimitar a APP. Com a nova lei a APP deverá ser demarcada desde a borda da calha do leito regular.

O Código Florestal de 1965 determinava que a APP fosse delimitada a partir do nível mais alto. Para tanto se precisava definir o que seria o nível mais alto. Assim, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) editou a Resolução nº 303, a qual em seu inciso I definia o nível mais alto como sendo aquele corresponde ao nível alcançado por ocasião da cheia sazonal do curso d'água perene ou intermitente.

Durante este período de mudanças na legislação ambiental brasileira, surgiram diversas dúvidas sobre a vigência de algumas resoluções do CONAMA, em especial a Resolução nº 303 que regulamentava o art. 2º do Código Florestal de 1965 (Lei Federal nº 4.771), dispunha sobre os parâmetros, as definições e os limites de áreas de preservação permanente e, revogava a resolução do CONAMA 004/1985. Embora a referida resolução não esteja expressamente revogada nas Leis 12.651/2012 e 12.727/2012, cabe destacar que, neste caso, ocorre uma revogação tácita, haja vista, que a mesma foi criada para regulamentar um artigo da Lei Federal nº 4.771/1965, a qual foi revogada.

Neste sentido, torna-se oportuno trazer à tona reflexões de operadores do Direito, expostas por Milarè (2009), os quais criticam os limites estabelecidos pelas Resoluções do CONAMA em

virtude do entendimento de que o CONAMA teria extrapolado a sua competência, por estabelecer, em atos infralegais, restrições ao direito de propriedade, rendendo ensejo a frequentes questionamentos quanto à legalidade e constitucionalidade de suas resoluções.

Entre as reformulações do Novo Código Florestal Brasileiro destacam-se a possibilidade de redução das faixas de APP ao longo dos cursos de água apresentadas no Quadro 1, em pequenas propriedades rurais e em áreas urbanas consolidadas.

Embora haja uma ampla legislação sobre o tema, nem sempre as condicionantes legais são respeitadas e, por vezes, o desrespeito se dá em razão da falta de clareza das próprias leis (ou das diferentes interpretações que a legislação faculta). Além disso, existe a dificuldade técnica de aplicação das leis a campo, ou seja, delimitar as larguras de áreas de preservação ao longo dos cursos d'água, visto que cada curso, bem como cada bacia hidrográfica em que se situa, apresenta características únicas e distintas entre si. Essa afirmação pode ser evidenciada pela presença de mais de um bioma no mesmo Estado, como é o caso do RS, o qual apresenta o Bioma Mata Atlântica e o Bioma Pampa, biomas estes com características bastante distintas, considerando-se, ainda, que o último não ocorre em nenhum outro Estado brasileiro.

A rigorosidade na fixação da largura da APP em função da largura do próprio curso d'água incita alguns questionamentos, como por exemplo: apenas este parâmetro satisfaz adequadamente as necessidades ecológicas de preservação para todos os diferentes biomas, ecossistemas ou formações florestais?

Sabe-se que a efetividade das áreas de preservação permanente (APP) depende de diversos fatores e suas inter-relações. Segundo Metzger (2010), um importante aspecto que deve ser observado e levado em consideração é o serviço ambiental que se espera das áreas de preservação permanente, ou seja, deve-se considerar se essas áreas terão função de corredores ecológicos, de filtros naturais, de canais para infiltração de água, de estabilizadoras de margens, entre outros.

O mesmo autor faz outras indagações, das quais também se partilha, tais como: será que a largura das faixas de APP não deveria variar em função da topografia da margem, do tipo de solo, do tipo de vegetação, ou do clima, em especial em razão da pluviosidade local?

As dificuldades de demarcar essas larguras de APP são mencionadas por diferentes autores, como, Lima e Zakia (2004). Estes autores ressaltam que os limites da zona ripária, sob o ponto de vista geomorfológico, não são de fácil delimitação, e podem variar ao longo da microbacia e entre diferentes microbacias, em função das diferenças de clima, geologia e solos. A extensão da zona ripária também poderia ser delimitada com base em critérios ecológicos, ou seja, a fim de cumprir a função de corredor de fluxo gênico ao longo da paisagem, assim como visando atender às dimensões mínimas que garantam a sua sustentabilidade.

Assim, com base no exposto, o presente trabalho busca na revisão de literatura subsídios para um melhor entendimento sobre as divergências nas fixações de APPs do novo código florestal, compilando os resultados de alguns estudos que demonstram a necessidade de se considerar a base científica existente, na definição dos inúmeros parâmetros legais da área ambiental. Concomitantemente às discussões, espera-se incentivar estudos correlacionados, com vistas à definição de respostas que atendam aos distintos serviços ambientais das APPs.

MATERIAL E MÉTODOS

A fim de delinear a elaboração deste trabalho utilizou-se pesquisa bibliográfica em livros, em teses, em dissertações, em anais de eventos, bem como em artigos publicados em periódicos compilados ao Sistema Capes. No intuito de buscar subsídios para entender a relação entre a largura de áreas vegetadas e os serviços ambientais que estas podem oferecer, analisaram-se, especificamente, estudos que abordassem os temas: corredores ecológicos; estabilização de taludes fluviais; filtro de poluentes e, infiltração da água. A escolha dos referidos serviços deu-se pela relevância dos mesmos, o que é justificado pelo grande número de estudos relacionados aos temas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Serviços ambientais das APPs

Os serviços ambientais ou serviços ecossistêmicos são considerados bens e serviços providos pelo ambiente que contribuem direta ou indiretamente para o bem estar humano. Os provedores destes serviços são aqueles que fazem aumentar a

capacidade dos ecossistemas de restaurar ou melhorar suas funções (Atanazio, 2011).

Dentre os locais que apresentam como finalidade a prestação destes serviços, estão as áreas de preservação permanente. Na definição legal destas, destaca-se a expressão “coberta ou não por vegetação nativa” (Brasil, 2012), a qual denota a finalidade do legislador de dar proteção não exclusivamente às florestas e demais formas de vegetação natural, mas aos locais ou às formações geográficas em que tais áreas estão inseridas funcionalmente, ou seja, na ação recíproca entre a cobertura vegetal e sua preservação e a manutenção das características ecológicas do domínio em que ela ocorre (Milarè, 2009).

Neste sentido, as florestas, sejam nativas ou não, podem oferecer uma infinidade de bens e serviços ambientais.

Atualmente, têm-se dado maior ênfase aos recursos naturais comercializáveis (valor de uso direto), tais como a madeira e os extrativos. No entanto, as florestas oferecem também serviços indiretos ou intangíveis que garantem a sustentabilidade das diversas atividades econômicas. Dentre os serviços ambientais gerados pelas florestas, destacam-se: a regulação da disponibilidade e da qualidade das águas, a estabilidade térmica, a redução da concentração de poluentes atmosféricos, a captura de CO₂, a ciclagem de nutrientes e a própria conservação do solo (Bochner, 2007).

Andrade e Fasiaben (2009) salientam que a importância dos serviços ambientais para o sistema econômico e para o bem estar das gerações atuais e futuras é cada vez mais reconhecida, sendo um exemplo ilustrativo a criação, pela administração de Barack Obama, da divisão de Serviços Ambientais e Mercados dentro do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos.

Mattos et al. (2007), ao estudarem a valoração ambiental de APPs, em Viçosa (MG), por meio do método de valoração contingente, em que se medem as preferências individuais a partir da disposição a pagar, nesse caso pela recuperação ou preservação das APPs da microbacia, concluem que a demonstração do valor monetário das APPs revelaram a importância das mesmas para as pessoas e como a preservação dessas áreas afeta o seu bem-estar, isto é, sua qualidade de vida. Neste sentido, com intuito de aprimorar a compreensão sobre este assunto, serão discutidos alguns dos principais serviços ambientais das áreas de

preservação permanente, ao longo dos cursos d'água.

Corredores ecológicos

Os corredores ecológicos são áreas da superfície terrestre, cobertas por vegetação, que possibilitam a interligação dos fragmentos florestais isolados na paisagem, em especial unidades de conservação, facilitando o fluxo gênico vegetal e animal (Metzger, 2010; Rodrigues et al., 2009; Ayres et al., 2005; Sgrott, 2003; Câmara, 1996). O aumento dessa conectividade reduz a probabilidade de que eventos ambientais imprevisíveis eliminem parte significativa das espécies e de seu patrimônio genético (Rodrigues et al., 2009; Ayres et al., 2005).

Além disso, a vegetação também confere a melhoria nas condições de fornecimento de abrigo e sustento para a fauna aquática e terrestre (Sgrott, 2003; Soares e Perez Filho, 1997).

Entre as áreas que naturalmente desempenham a função de corredores ecológicos destacam-se as Áreas de Preservação Permanente, em especial, aquelas localizadas em paralelo aos cursos d'água. A influência da constituição de um corredor ecológico no ambiente dá-se em função do que se espera do mesmo. Segundo Laurence e Laurence (1999) os benefícios dos corredores podem estar relacionados à largura, à extensão, à conectividade e à sua qualidade. Metzger (1997) refere-se ainda à topografia e à largura das áreas de influência da mata ciliar, entre outros fatores, mas sem dúvida o fator mais importante é a largura, o que está de acordo com as observações de Lees e Peres (2008). Nesse contexto, deve-se considerar que, em razão das variações entre os tipos florestais quanto às características de estrutura, de composição florística, de microclima, entre outras, muitas espécies da floresta tropical, por exemplo, poderiam ser mais sensíveis aos efeitos de bordadura e, em virtude disso, levariam a uma exigência de corredores mais largos do que espécies similares localizadas em floresta temperada (Laurence e Laurence 1999). Essa mesma constatação foi relatada por Viana e Pinheiro (1998), ao analisarem alternativas para a atenuação de problemas relativos à conservação da biodiversidade em fragmentos florestais, os quais explicaram que o fator de forma é um parâmetro útil para a análise da vulnerabilidade dos fragmentos, sobretudo por perturbações ocasionadas pelo efeito de bordadura. Este fator

corresponde à relação entre a área de um fragmento florestal e o seu perímetro.

Ao considerarem-se as matas ciliares como tendo função de corredores ecológicos, pode-se concordar com Viana e Pinheiro (1998), quando estes aduzem que o reflorestamento de matas ciliares deve levar em conta o fato das futuras florestas apresentarem um baixo fator de forma. Por exemplo, uma mata ciliar de 30 x 1000 m apresenta um fator de forma de 0,3, o que é extremamente baixo. Com base neste fator, Viana e Pinheiro (1998) recomendaram que o plantio nas bordas das matas ciliares seja diferenciado.

Salamene et. al. (2011) constataram que 63% da APP do Rio Guandu no Rio de Janeiro, consistem em áreas que distam mais de 100m das demais matas, o que pode dificultar a dispersão de propágulos e, conseqüentemente, a regeneração dessas áreas. Os estudos de Lees e Peres (2008) demonstraram que muitas espécies de aves e mamíferos florestais no Sul da Amazônia usam corredores de mata ciliar e que os remanescentes florestais que formam corredores estreitos não fornecem habitat adequado para diversas espécies. Entre os resultados observados com mamíferos arborícolas no Norte de Queensland, na Austrália, Laurence e Laurence (1999), descreveram a ocorrência de um gradiente em abundância de duas espécies mais dependentes da floresta tropical, as quais mostraram-se fortemente influenciadas pela largura do corredor. Os três remanescentes florestais que continham as espécies de gambás, variaram de 200 a 490 m de largura.

Os mesmos autores destacam, ainda, que a presença de falha na continuidade do corredor (espaço não vegetado), para espécies de mamíferos arborícolas, pode torná-lo intransitável. Recomendam evitar, inclusive, clareiras estreitas (10 a 80 m), afirmando que a continuidade do corredor é fundamental para a manutenção de algumas espécies.

Em estudo de corredores ripáreos estreitos e altamente perturbados em uma paisagem florestal fragmentada em torno de Alta Floresta - Mato Grosso, Lees e Peres (2008) observaram vertebrados típicos de habitats desmatados e depauperados, enquanto que em corredores de maior largura (> 100 m) e mais bem preservados, verificou-se ampla variedade de espécies. Para essa determinação Lees e Peres (2008) consideraram como corredores menos perturbados aqueles que apresentaram um perfil de dossel mais elevado e mais uniforme, enquanto como

corredores perturbados foram considerados aqueles que apresentaram uma seqüência histórica de exploração seletiva de madeira e mortalidade de árvores, ocasionada pelos efeitos de borda.

Outra observação importante de Lees e Peres (2008) é o fato de a restrição de movimento de gado, ao longo das matas ciliares, e sua exclusão de áreas-chave ao lado de córregos desmatados permitirem a regeneração do corredor e facilitarem a restauração da conectividade.

Laurence e Laurence (1999) sugeriram que espécies de mamíferos essencialmente florestais necessitam de corredores de pelo menos 200 m de largura. Para os pequenos vertebrados tropicais (<20 kg), corredores de pelo menos 200 m a 300 m de largura poderiam ser suficientes, pelo menos para corredores de comprimento limitado (<3 km). Segundo Lees e Peres (2008), embora a largura do corredor tenha sido, em seus estudos, o mais importante determinante de riqueza de espécies, houve ainda forte interação entre a largura e o grau de perturbação de floresta, ou seja, os corredores mais largos geralmente apresentaram-se associados a uma estrutura de dossel mais intacta.

A largura mínima de 30 m para cursos d'água mais estreitos do que 10 m, de acordo com a legislação brasileira, mostrou-se insuficiente em comparação com o limite crítico de largura de aproximadamente 400 m nos resultados de Lees e Peres (2008) para áreas em floresta tropical. Atentos à ressalva de Laurence e Laurence (1999) ao fato de que estudos aplicados em áreas de climas diferentes podem apresentar resultados diversos, poder-se-ia afirmar que, caso Lees e Peres (2008) repetissem as suas observações em área de clima temperado, poderiam encontrar outros resultados. Independente disso, Lees e Peres (2008) recomendam que, faixas ribeirinhas devem apresentar, sempre que possível, largura superior a 400 m (200 m de cada lado do curso d'água), particularmente ao longo de cursos com mais de 10 m.

Assim, mesmo em Áreas de Preservação Permanente, localizadas ao longo de cursos d'água, com objetivo de exercer a função de corredores ecológicos, constata-se, muitas vezes, a descontinuidade de áreas florestadas, em razão da falta de cumprimento da legislação que doutrina o tema. No entanto, mesmo em áreas com as larguras de APPs em conformidade com as exigidas pela legislação, não se pode afirmar com propriedade que cumprem o papel desejado, em razão dos possíveis efeitos de borda e das

peculiaridades de cada indivíduo que integra determinado sistema.

Estabilização de taludes fluviais

A importância da estabilidade de áreas situadas em encostas e de taludes fluviais tem ganhado destaque especial nos últimos anos, haja vista o aumento de acontecimentos envolvendo desastres naturais, principalmente nas áreas urbanizadas.

Segundo Denardi (2007), os taludes fluviais são áreas susceptíveis à ocorrência de perturbações, nas quais ocorrem inúmeros eventos indesejáveis, a exemplo de desmoronamentos, assoreamentos, corrosão nas margens e queda de árvores. Isto ocorre naturalmente devido à força e à direção das águas, potencializado pelas alterações inadequadas (ou negativas) na cobertura vegetal. A vegetação forma uma camada protetora entre a atmosfera e o solo (Styczen e Morgan, 1995), sendo que os benefícios de proteção ou de estabilização oferecidos pela vegetação dependem do tipo de vegetação e do tipo de processo de degradação da encosta (Araújo et al., 2005).

As funções hidrológicas e ecológicas exercidas pela vegetação que recobre taludes fluviais levaram diferentes autores ao consenso de que esta promove o tamponamento entre os cursos de água e as áreas próximas cultivadas, a recarga dos aquíferos subterrâneos por meio de canais formados no solo pelas raízes das plantas e a resistência do solo das margens de rios devido à malha formada pelas raízes (Davide et al., 2000; Carpanezzi, 2000; Soares e Perez Filho, 1997). As raízes atuam como fibras resistentes à tensão de tração, de compressão ou de cisalhamento, fazendo com que a ruptura por cisalhamento do solo envolva, necessariamente, a resistência à ruptura do sistema solo-raiz (Fiori e Carmignani, 2001).

Enquanto os componentes do sistema radicular contribuem para a resistência mecânica do solo, os componentes da parte aérea da vegetação - tronco, galhos e folhas - absorvem a energia dos agentes erosivos, que é reduzida até atingir o solo (Styczen e Morgan, 1995). Provavelmente, a intensificação dos processos de geração do escoamento direto deve contribuir para o aumento da erosão fluvial e, com certeza, a ausência da proteção mecânica que as raízes da mata ciliar oferecem às margens também contribui para a degradação (Lima, 2008). A vegetação ripária exerce uma influência significativa sobre a geomorfologia fluvial por afetar a resistência ao fluxo de água (Hickin, 1984)

- isto porque a água que flui nos cursos não está isolada à complexa interação com a área ripária (Coelho et al., 2011) - a resistência mecânica do solo em taludes, o armazenamento de sedimento, a estabilidade de leito e a morfologia do canal (Coelho et al. 2011; Hickin, 1984).

A vegetação de mata ciliar ajuda a estabilizar taludes e reduzir a erosão, visto que as raízes mantêm o solo “unido” (CRJC, 2012). Além disso, em pequenos cursos d’água, o controle da erosão pode ser satisfatório se houver a cobertura do talude com arbustos e árvores ou grama, em uma faixa com largura em torno de 10 m, enquanto que, para a proteção dos taludes em fluxos maiores, a manutenção de 15 m de largura da faixa vegetada é suficiente (CRJC, 2012).

No entanto, de acordo com Kobiyama (2003), para que a vegetação ripária atue como estabilizadora de taludes é recomendável o estudo do perfil do solo. Entende-se, neste caso, que a análise do perfil do solo é importante para se conhecer o comportamento do sistema radicular das plantas.

Considerando-se o exposto em estudos relacionados ao serviço da vegetação ciliar como estabilizadora de margens, observa-se que devem ser considerados diversos fatores na definição da largura da faixa vegetada necessária para a estabilização de taludes fluviais, antes de afirmar que determinada largura de APP às margens de um curso d’água garantirá este serviço.

Filtro de poluentes

O efeito direto da mata ciliar na manutenção da qualidade da água de uma microbacia tem sido demonstrado em diversos experimentos (Lima, 2008).

Estudos sobre a influência de zonas ripárias na qualidade da água demonstram sua eficiência para reduzir impactos provenientes de poluição difusa (sedimentos, nutrientes e pesticidas) e pontual, sobre corpos d’água. As práticas de restabelecimento da qualidade da água possuem como meta a redução da intensidade, da magnitude ou da frequência do distúrbio (Checchia e Guindani, 2003).

Conforme Brito et al. (2009) a falta ou a deficiência da vegetação nas margens dos rios pode aumentar a diferença no tamanho das partículas contaminantes, tendo-se a degradação da mata ciliar como o fator preponderante na contaminação do rio por sedimentos que, no geral, não são transportados pela corrente.

Os mecanismos para reduzir as alterações oriundas da poluição difusa, podem envolver o tratamento, a conversão ou a alteração prévia de substâncias antes da sua entrada nos corpos d'água (Checchia e Guindani, 2003). Algumas estratégias utilizadas são o isolamento, a remoção, a transferência e a diluição de um poluente por meio do espaço e do tempo. A habilidade que as zonas ripárias possuem de modificar, incorporar ou concentrar substâncias

num sistema lótico pode ser adotada como forma viável de restaurar e manejar corpos d'água (Checchia e Guindani, 2003). Na Tabela 1, encontram-se alguns valores de largura de mata ciliar encontrados na literatura e suas respectivas referências, para cumprir a função de filtro de poluentes.

Tabela 1: Resumo de informações referentes a alguns valores de largura de mata ciliar, encontrados na literatura e suas respectivas referências, para cumprir a função de filtro de poluentes.

Fonte	Objeto de estudo	Largura mata ciliar	Resultados e condições
Connecticut River Joint Commissions (CRJC, 2012)	Avaliar a necessidade de diferentes larguras de faixas vegetadas para remover sedimentos em função da declividade da encosta	10 m	Remoção da maioria dos sedimentos para encostas mais suaves do que 15 %
		> 10	Larguras maiores para encostas > 15% ou onde carga de sedimentos for grande
CRJC (2012)	Literatura	30 m	Remoção da maioria dos poluentes
		150 m	Para a remoção da maioria dos poluentes em solos argilosos
Coelho et al. (2011)	Avaliar a influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água		Não é possível afirmar que a largura de 30 m para a APP paralela aos cursos d'água é a mais adequada A largura depende do enfoque da conservação ou, do serviço ambiental que se espera da mesma
Borin et al. (2010)	Avaliar dois sítios experimentais (3-5 anos), na região do Vêneto (Nordeste da Itália)	Faixa vegetação jovem	Redução de 33% escoamento total, nitrogênio em 44% e fósforo em 50%
		Faixa vegetação madura*	Redução de 100% de NO ₃ -N e fósforo
Borin et al. (2010)	Eficiência da faixa de proteção de vegetação como barreira útil a herbicidas	Faixa vegetação madura	Redução de 60 a 90%
Abu-Zreig et al. (2003)	Avaliar a remoção de sedimentos e nutrientes em diferentes larguras de faixas	5 m	Remoção de sedimentos, mas não tão eficazes para a remoção de Fósforo (P)
		15 m	Remoção de sedimentos e de fósforo
Large e Petts (1992)	Diferentes larguras de mata ciliar com efeito tampão	2m a 200 m	Correlações restritas à qualidade da água, desconsiderando-se a ocupação do solo além da APP, a conectividade biológica e a diversidade de habitats
Pinay e Décamps (1988)	Avaliar campos agrícolas	30 m	Redução de nitratos da água do lençol freático

* As faixas de vegetação considerada madura eram compostas por uma linha de árvores (1 m de largura) e uma faixa de 5 m de grama, e apresentavam mais de 20 anos (Borin et al., 2010).

A qualidade físico-química da água é preponderantemente influenciada pelas características de ocupação do solo da zona ripária em comparação com a influência da ocupação da respectiva bacia de drenagem (Coelho et al., 2011).

Dependendo da largura e da complexidade da faixa de vegetação ciliar, 50-100% dos sedimentos e dos nutrientes que lhes são inerentes podem decantar e serem absorvidos pelas plantas ou carregados em escoamento lento da água. Faixas mais largas com vegetação florestal são, ainda, mais eficazes do que faixas estreitas e aquelas vegetadas com grama (CRJC, 2012).

Com base no exposto, conclui-se que a faixa de valores de definição sugerida para a variação da largura da faixa marginal, quando se considera a Área de Preservação Permanente destinada a filtragem de poluentes, é bastante ampla, variando em razão de motivos semelhantes aos observados para os demais serviços, como, por exemplo: tipo e uso do solo, declividades das vertentes, tipo de cobertura vegetal da área marginal e, especialmente, de acordo com o tipo de poluente que observa.

Infiltração da água

A infiltração da água no solo é um processo importante da fase terrestre do ciclo hidrológico, uma vez que determina quanto de água da chuva penetra no solo e quanto esco superficialmente (Lima, 2008).

Martins e Paiva (2001) conceituaram a capacidade de infiltração como a taxa máxima com que um determinado solo pode absorver água, em uma dada condição. É um parâmetro da mais alta importância no processo de transformação de chuva em vazão. Seu valor depende do conteúdo de água no solo, permeabilidade, temperatura do solo e da profundidade da camada impermeável, grau de compactação e cobertura vegetal. A cobertura vegetal confere a melhoria nas condições de infiltração da água e na regularização do regime hídrico (Soares e Perez Filho, 1997), bem como a mitigação do hidrograma - redução de enchente e regularidade do deflúvio (Kobiyama, 2000).

Conforme Lima (2008), a cobertura vegetal é um dos importantes fatores que podem influenciar a condição superficial do solo. De fato, a presença da vegetação e da camada de material orgânico (serrapilheira) fornece proteção contra o impacto das gotas da chuva, reduzindo a compactação e a

desagregação do solo. Ademais, a cobertura florestal, especialmente aquela com desenvolvimento de sub-bosque, em regiões com maior energia erosiva, tende a diminuir o transporte de sedimentos ou perda de solo, pela quebra da energia cinética das gotas de chuva, favorecendo a manutenção de taxas elevadas de infiltração (Lima, 1986). Trimble e Weitzman (1954) ratificaram essa observação, pois ao instalar pluviógrafos debaixo da copa, verificaram que, no piso florestal, a precipitação interna chegou com intensidade reduzida em até 20 %, relativamente à intensidade da precipitação incidente. Da mesma forma, corroboram dessa colocação os resultados obtidos por Rodrigues et al. (2007) ao comparar a capacidade de infiltração em quatro áreas distintas: mata nativa, área recuperada, reflorestamento e solo exposto. Conforme os mesmos autores, a taxa de infiltração é maior na mata nativa, justificada pela existência de grande quantidade de raízes de diversos diâmetros e profundidades, bem como de túneis e cavidades criados pela fauna que habita o solo.

Logo, sob condição de cobertura de floresta natural, a exemplo da área de zona ripária não antropizada, a taxa de infiltração é, normalmente, mantida em seu máximo (Lima 2008). Essas áreas auxiliam, ainda, na recarga de aquíferos subterrâneos (Hinkel, 2003). A referida recarga é definida como a infiltração descendente de água através do solo e/ou do fluxo sub-superficial lateral de unidades hidrológicas adjacentes (Bredenkamp et al., 1995).

Ao considerar outras características da vegetação ripária, Silva (2003) classificou algumas funções da zona ripária e adotou a manutenção da morfologia do rio e proteção a inundações como uma delas, uma vez que a vegetação ribeirinha preserva os meandros do curso de água, diminuindo a velocidade de escoamento superficial e aumentando a capacidade de infiltração de água durante as inundações. Segundo o mesmo autor, também pelo aumento da capacidade de infiltração, diminui-se a quantidade de água que chega diretamente ao rio, ou seja, reduzem-se os picos de cheia. A CRJC (2012) em estudo que reúne algumas informações a respeito de largura de faixas ripárias, afirma que, para que se tenha um efetivo controle de cheias, a vegetação ciliar deve conter mais de 60 metros a contar do leito do rio.

Ademais, Baumhardt (2010) em estudo envolvendo microbacias experimentais, observou

que em bacias onde existe cobertura florestal (natural ou plantada) aliada à zona ripária com pouca ou nenhuma intervenção antrópica, há indícios de maior regularização do deflúvio e atenuação dos picos de cheia, ainda que a quantidade de água escoada no canal ao longo do tempo seja menor em relação à bacia de campo monitorada, em função da maior evapotranspiração de bacias florestadas.

Portanto, no que se refere ao serviço de infiltração de água, pode-se concluir que, pelo fato do solo florestal apresentar, normalmente, boas condições de infiltração, qualquer área florestada constitui importante fonte de abastecimento de água para os aquíferos (Lima, 2008). No entanto, em locais onde o lençol freático é superficial (zona ripária, planícies costeiras e áreas alagadiças) a cobertura florestal provoca, pela evapotranspiração, o rebaixamento natural do lençol freático.

Perspectiva geral

A largura mínima necessária de vegetação ciliar deve fornecer os benefícios esperados, de acordo com o serviço ambiental proposto, com um custo aceitável (CRJC, 2012).

Ousa-se dizer que, sem os estudos da dinâmica que ocorre na área ripária, não há como se concluir se os “limites” ou distâncias expressos numericamente para faixas marginais são compatíveis com os “princípios” da preservação em consonância com as funções para as quais são propostos, hoje estabelecidos na legislação vigente (Hinkel, 2003).

No entanto, Metzger (2010) aduz que o conhecimento científico obtido nestes últimos anos permite não apenas sustentar os valores indicados no novo Código Florestal de 2012 em relação à extensão das áreas de preservação permanente, mas, na realidade, indicam a necessidade de expansão destes valores para limiares mínimos de pelo menos 100 m (50 m de cada lado do rio), independentemente do bioma, do grupo taxonômico, do solo ou do tipo de topografia.

Silva (2003) concluiu, ao revisar este assunto para seu estudo, que a grande variação das faixas para uma mesma função (diferença entre a largura mínima e máxima) dá-se em razão das diferentes metodologias empregadas e todos os outros parâmetros envolvidos na determinação: tipo de solo, tipo de vegetação, declividade, vazão do efluente etc.

Outro aspecto ressaltado pelo autor é que a maioria dos trabalhos pesquisados avalia a

eficiência de faixas vegetativas sob o aspecto da redução de nutrientes. Isto pode ser explicado em virtude de que as causas mais frequentes de contaminação dos rios são as fontes difusas de poluição.

Assim, após a análise de diversos estudos sobre o tema, considera-se que se pode apenas fazer indicativos de larguras de áreas a ser mantidas vegetadas ou revegetadas em função do tipo de serviço ambiental que se espera das mesmas, sem, entretanto, ter certezas quanto à largura adequada para atender, concomitantemente, a todos os serviços.

CONCLUSÕES

Embora existam equações de estimativa da largura mínima da faixa ripária, baseadas em parâmetros hidráulicos, ainda não há um método definitivo para o estabelecimento de largura que possibilite a proteção satisfatória do curso d'água.

Neste sentido, pode-se concluir que a fixação de largura de APP por imposição legal não condiz com às necessárias para o uso múltiplo.

Frente a estas premissas, urge a ampliação do incentivo à pesquisa, pois se observa que as variações de valores de APP para cada serviço ambiental se dão em função de uma série de fatores, dentre os quais, muitos se relacionam com características regionais, como: clima, tipos e usos tradicionais do solo, geomorfologia e, pouco ou nada com as larguras dos cursos d'águas que protegem.

REFERÊNCIAS

- ABU-ZREIG, M. et al. Phosphorus Removal in Vegetated Filter Strips. **Journal of Environmental Quality** v. 32, March–April, p. 613-619. 2003.
- ANDRADE, D. C., FASIABEN, M. DO C. R. A utilização dos instrumentos de política ambiental para a preservação do meio ambiente: o caso dos Pagamentos por Serviços Ecossistêmicos (PSE). **Revista Economia Ensaios**. v. 24, n. 1, UFU, 2009.
- ARAÚJO, G. H. de S.; ALMEIDA, J. R. de; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 320 p.
- ATANAZIO, R. Geoprocessamento aplicado em projeto de Pagamento por Serviços Ecossistêmicos (PSE) no município de Apucarana, PR. 2011. **Anais... XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, INPE. p. 4720-4732.

- AYRES, J. M. et al. **Os corredores ecológicos das florestas tropicais do Brasil**. Belém, PA: Sociedade Civil Mamirauá – SCM. 256 p. 2005.
- BAUMHARDT, E. **Balço hídrico de microbacia com eucalipto e pastagem nativa na Região da Campanha do Rio Grande do Sul**. Dissertação (Engenharia Civil), UFSM. 2010.
- BOCHNER, J. K. **Serviços Ambientais Gerados pela Floresta De Mata Atlântica na Qualidade do Solo**. Monografia Curso Engenharia Florestal, Instituto de Florestas da UFRJ. Seropédica, RJ Janeiro, 2007. Disponível em: <http://www.if.ufrj.br/inst/monografia/2007II/Julia%20Kishida%20Bochner.pdf>
- BORIN, M. et al. Multiple functions of buffer strips in farming areas. **European Journal of Agronomy**, n. 32, p. 103–111. 2010.
- BRASIL. 2012. **Lei Federal Nº 12.651/2012** (Novo Código Florestal Brasileiro). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm. Acesso em: 07/06/2012.
- BRASIL. 2012a. **Lei Federal Nº 12.727/2012**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12727.htm. Acesso em: 28/03/2013.
- BREDENKAMP, D.B. et al. **Manual on Quantitative Estimation of Groundwater Recharge and Aquifer Storativity**. Water Research Commission, Pretoria. 1995.
- BRITO, R. N. R. de et AL. Características Sedimentares Fluviais Associadas ao Grau de Preservação da Mata Ciliar - Rio Urumajó, Nordeste Paraense. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 1, p. 173 – 180. 2009.
- CÂMARA, I. G. Plano de ação para a Mata Atlântica. Roteiro para a conservação de sua biodiversidade. **Série Cadernos da Reserva da Biosfera**, Caderno n. 4, 34 p. 1996.
- CARPANEZZI, A. A. Benefícios indiretos da floresta. In: GALVÃO, A. P. M. (Org) **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Colombo: Embrapa Florestas, p 19-55. 2000.
- CHECCHIA, T.; GUINDANI, A. A. Sustentabilidade ambiental na nona ripária: uma abordagem energética. **Anais... I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias**. Alfredo Wagner – SC. p. 139. 2003.
- COELHO, R. C. T. P. et al Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água: um método para avaliar a importância da zona ripária. **Ambiente & Água**, Taubaté, v. 6, n. 1, p. 104-117. 2011.
- CRJC - Connecticut River Joint Commissions. **River Banks and Buffers. Introduction to Riparian Buffers**. Disponível em: <http://www.crjc.org/buffers/Introduction.pdf>. Acesso em: 18/01/2012.
- DAVIDE, A. C. et al Restauração de matas ciliares. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n. 207, p. 65-74, nov./dez. 2000.
- DENARDI, L. **Anatomia e flexibilidade do caule de quatro espécies lenhosas para o manejo biotécnico de cursos de água**. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – UFSM, Santa Maria. 112f, 2007.
- FIORI, A. P.; CARMIGNANI, L. Influência da vegetação na estabilidade de taludes. In: **Fundamentos de mecânica dos solos e das rochas: aplicações na estabilidade de taludes**. Curitiba: Ed. da UFPR, cap. 8, p. 295-318. 2001.
- HICKIN, E.J. Vegetation and river channel dynamics. **Canadian Geographer**, v.28, n. 2, p.111-126, 1984.
- HINKEL, R. Vegetação ripária: funções e ecologia. **Anais... I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias**. Alfredo Wagner – S. p. 40 – 48. 2003.
- KOBIYAMA, M.; SILVA, R. V. da. Uso da zona ripária na prevenção de desastres. **Anais... I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias**. Alfredo Wagner – SC. p. 102 – 111. 2003.
- KOBIYAMA, M. Ruralização na gestão de recursos hídricos em área urbana. **Revista OESP Construção**, São Paulo, Ano 5, n. 32, p. 112-117, 2000.
- LARGE, A. R.; PETTS, G. E. Rehabilitation of river margins. Chap. 21. In: CALOW, P.; PETTS, G. E. (Eds.). **The river handbook hidrological and ecological principles**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, p. 401-418. 1992.
- LAURANCE, S. G.; LAURANCE, W. F. Tropical wildlife corridors: Use of linear rainforest remnants by arboreal mammals. **Biological Conservation**, 91:231-239. 1999.
- LEES, A. C.; PERES, C. A. Conservation Value of Remnant Riparian Forest Corridors of Varying Quality for Amazonian Birds and Mammals. **Conservation Biology**. V. 22, N. 2, p. 439-449. 2008.

- LIMA, W. de P. **Hidrologia Florestal Aplicada ao Manejo de Bacias Hidrográficas**. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Departamento de Ciências Florestais Piracicaba – São Paulo, 253 p. 2008.
- LIMA, W. P.; ZAKIA, M.J.B. Hidrologia de Matas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITAO FILHO, H. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo/ Fapesp, p. 33-44. 2004.
- LIMA, W. P. **Princípios de hidrologia florestal para o manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba, S.P: Gráfica do IPEF, 1986.
- MARTINS, E. S. P. R.; PAIVA, J. B. DIAS de. Quantidade dos Recursos Hídricos. In: PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D. (Orgs.) **Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas**. Porto Alegre: ABRH, 2001.
- MATTOS, A. D. M. de et al. Valoração ambiental de áreas de preservação permanente da microbacia do ribeirão São Bartolomeu no Município de Viçosa, MG. **Revista Árvore**. v.31 n.2 Viçosa mar./abr. 2007.
- METZGER, J. P. O Código Florestal tem Base Científica? **Natureza & Conservação**. V. 8, n. 1, p. 92-99, July 2010.
- METZGER, J. P. Relationships between landscape structure and tree species diversity in tropical forests of South-East Brazil. **Landscape and Urban Planning**. n. 37, p. 29-35. 1997.
- MILARÈ, E. Título VIII Áreas Protegidas – Capítulo I – Espaços Territoriais especialmente protegidos em sentido amplo (*LATO SENSU*) – Seção I – Área de Preservação Permanente – APP. In. **Direito do Ambiente: a gestão ambiental em foco – Doutrina, jurisprudência, glossário**. p. 740 – 747. 6. Ed. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais. 1343 p. 2009.
- PINAY, G.; DÉCAMPS, H. The role of riparian woods in regulating nitrogen fluxes between the alluvial aquifer and surface water: a conceptual model. **Regulated Rivers - Research & Management**, 2:507-516, 1988.
- RODRIGUES, R. R. et al. (Org.). **Pacto pela Restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica, 2009. 256 p.
- RODRIGUES, G. B. et al. Dinâmica da regeneração do subsolo de áreas degradadas dentro do bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n. 1, p.73-80, 2007.
- SALAMENE, S. et. al. Estratificação e caracterização ambiental da área de preservação permanente do Rio Guandu/RJ. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 35, no. 2, p. 221-231, 2011.
- SGROTT, E. Fitossociologia da zona ripária no Estado de Santa Catarina. **Anais... I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias**, Alfredo Wagner – SC. p. 14 – 39. 2003.
- SILVA, R. V. da. Estimativa de largura de faixa vegetativa para zonas ripárias: uma revisão. **Anais... I Seminário de Hidrologia Florestal: Zonas Ripárias**. Alfredo Wagner – SC. p. 74. 2003.
- SOARES, P. R. de B.; PEREZ FILHO, A. Recomposição de mata ciliar em planícies de inundação – proposta metodológica. In.: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3., 1997, Ouro Preto. **Anais... Viçosa**. Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas. UFV, p. 14-26. 1997.
- STYCZEN, M. E.; MORGAN, R. P. C. Engineering properties of vegetation. In: MORGAN, R. P. C.; RICKSON, R. J. **Slope stabilization and erosion control: a bioengineering approach**. London: E & FN Spon, p. 5 - 58. 1995.
- TRIMBLE, Jr.; WEITZMAN G. R. S. Effect of a hardwood forest canopy on rainfall intensities. **Transactions of the American Geophysical Union**, v. 35, n. 2, p. 226-234, 1954.
- VIANA, V. M.; PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série Técnica IPEF**. ESALQ/USP. v. 12, n. 32, p. 25-42, dez. 1998.

Recebido: 02/04/2013
 Received: 04/02/2013

Aprovado: 29/08/2013
 Approved: 08/29/2013