

A IMPORTÂNCIA DA MATA CILIAR NO CONTEXTO DA CONSERVAÇÃO DO SOLO

Martha Nascimento Castro¹

Rodrigo Martinez Castro¹

Patrícia Caldeira de Souza¹

RESUMO

As matas ciliares são formações vegetais de ocorrência ao longo de cursos d'água e em locais sujeitos a inundações temporárias. A recomposição das matas ciliares é de extrema preponderância no Brasil, pois estas que, primariamente desempenham o papel de proteger as margens dos corpos d'água, evitando o assoreamento, também favorecem a regularização da vazão dos rios e córregos além de oferecer abrigo e alimentação para a fauna local. As principais causas do assoreamento de rios, ribeirões e córregos, lagos, lagoas e nascentes estão relacionadas aos desmatamentos, tanto das matas ciliares quanto das demais coberturas vegetais que, naturalmente, protegem os solos. A exposição dos solos para práticas agrícolas, exploração agropecuária, mineração ou para ocupações urbanas, em geral acompanhadas de movimentação de terra e da impermeabilização do solo, abrem caminho para os processos erosivos e para o transporte de materiais orgânicos e inorgânicos, que são drenados até o depósito final nos leitos dos cursos d'água e dos lagos. O assoreamento reduz o volume de água, torna-a turva e impossibilita a entrada de luz dificultando a fotossíntese e impedindo renovação do oxigênio para algas e peixes, conduzindo rios e lagos ao desaparecimento. Quando isso ocorre, cabe às matas ciliares servirem de filtro para que este material não se deposite sob a água. Quando as matas são indevidamente removidas, rios e lagos perdem sua proteção natural e ficam sujeitos ao assoreamento, e ao desbarrancamento de suas margens, o que agrava ainda mais o problema. A importância da preservação e recomposição das matas ciliares bem como o seu reconhecimento como parte integrante da rede de drenagem de uma bacia hidrográfica vem se intensificando nos últimos anos à medida que vem sendo incorporada legislativamente nos códigos florestais no país. Espécies como ingás (*Inga spp*), ipê-do-brejo (*Tabebuia dura*), sangra-d'água (*Croton urucurana*), embaúbas (*Cecropia spp*), são utilizadas para recomposição dessas áreas. **Palavras-chave:** área de preservação permanente, erosão, mata ciliar.

INTRODUÇÃO

A mata ciliar pode ser compreendida como sistemas florestais estabelecidos naturalmente em faixas às margens dos rios e riachos, no entorno de lagos, represas e nascentes, exercendo função de instrumento redutor do assoreamento e da degradação do meio ambiente e como meio natural de processamento e transformação da diversidade ambiental.

Constitui-se um importante suporte de segurança para o equilíbrio do ecossistema e suas relações intrínsecas, estando associada ao manejo e conservação dos recursos naturais. A importância da existência de florestas ciliares ao longo dos rios, ao redor de lagos e reservatórios, fundamenta-se no amplo espectro de benefícios que este tipo de vegetação traz ao ecossistema, exercendo função protetora sobre os recursos naturais bióticos e/ou abióticos. (DURIGAN; SILVEIRA, 1999). Essa vegetação típica apresenta características peculiares com relação à arquitetura e florescimento, que estão intrinsecamente ligados ao elevado teor de água do solo e do ar onde se desenvolvem, ocasionado tanto pela superficialidade do lençol freático como por

¹ Docente do curso de Engenharia Ambiental da Faculdade Araguaia. Departamento de Ciência do Solo e Recursos Naturais. Email: profa.marthanc@gmail.com ; fara.rodrihocastro@gmail.com ; patriciacaldeira21@gmail.com .

inundações periódicas.

Também, as matas ciliares são ecótonos entre os ecossistemas terrestre e o aquático e influenciadas por ambos. Têm a função de regular as transferências de energia e nutrientes de um ecossistema a outro (PAULA LIMA, 1989; CORRELL, 2001; KAGEYAMA et al., 2002; CAVALCANTI & LOCKABY, 2006; COLLINS, 2010). São denominadas como zonas ripárias ou zonas-tampão e quando localizadas em áreas agrícolas, previnem ou minimizam a movimentação de sedimentos gerados durante o processo erosivo (ADDISCOTT, 1997).

A vegetação ripária desempenha papel de elevada importância ambiental (JACOBS & VOGUEL, 1998), seja por sua capacidade de recarregar aquíferos, de manutenção da qualidade da água, de reduzir as taxas de erosão e assoreamento dos rios ou, principalmente, por sua importância para a manutenção da biodiversidade (RICHIE & MCARTY, 2003). Além disso, protege o solo contra a erosão pela retenção física das raízes, pela diminuição do impacto da água sobre o solo através das folhas e do caule e pelo recobrimento do solo por meio da formação da camada de serrapilheira. Por todos esses fatores espera-se que, quanto maior o recobrimento vegetal menor seja a perda de solo por erosão (BRASIL, 2002; SHARMA & SHAKYA, 2006).

Os rios representam um dos mais importantes agentes geológicos e desempenham papel de grande relevância na modelagem do relevo, no condicionamento ambiental e na própria vida do ser humano (SUGUIO, 2003). Assim como a água constitui o principal agente do intemperismo e erosão, são os rios os agentes mais importantes no transporte dos materiais intemperizados das áreas elevadas para as mais baixas dos continentes e para o mar (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Entre as possíveis interferências nos processos de erosão e transporte de sedimentos em sistemas fluviais pode-se destacar o desmatamento e atividades agropecuárias, bem como a utilização da água e alteração dos cursos dos rios.

As características dos sedimentos transportados por um rio dependem, principalmente, de fatores como a velocidade média da corrente (produto da declividade média), tipo de material fonte, clima e cobertura vegetal da bacia de drenagem, especialmente da mata ciliar imediatamente adjacente aos cursos de água. Estes fatores estão bastante interligados e em estudos geomorfológicos e hidrológicos se torna difícil a compreensão destas relações quando vários destes fatores variam espacial e temporalmente dentro da bacia de drenagem.

De acordo com Wang et al. (2005), quanto maior o estado de deterioração de uma mata

ciliar menor sua eficiência em reter sedimentos, devido à sua menor capacidade de reduzir a velocidade de transporte de partículas, ou seja, menor controle hidrológico. Os trabalhos desenvolvidos por Mckergon et al. (2003) e Lowrance et al. (1997) mostram que a vegetação ripária contribui para melhorar a qualidade da água, a remoção de sedimentos em suspensão de diversas formas de nitrogênio, fósforo e potássio, por processos químicos, físicos e biológicos, protegendo os rios de fatores poluentes por filtragem (OSBORNE & KOVACIC, 1993).

O assunto ganha ainda mais corpo no tocante à legislação envolvida no assunto que, no caso específico do Brasil, o Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651, de 25/05/2012) estabelece faixas de vegetação que devem ser protegidas ao redor dos corpos d'água e nascentes, a título de preservação permanente (APP). A definição das larguras dessas faixas foi estabelecida com pouco suporte científico e sem levar em consideração características específicas da microbacia, como fisionomia da vegetação, estado de degradação da área, tipo do solo, declividade e comprimento da vertente (FILIPPE, 2006), características que influenciam diretamente na eficiência da mata ciliar em reter sedimentos advindos da área de lavoura, por exemplo. Além disso, a utilização de áreas de preservação permanente, notadamente as matas ciliares, para fins agropecuários é vedada segundo o mesmo documento de lei: *“área ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será de 200 metros para os cursos d'água que tenham de 200 a 600 metros de largura coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos”*.

Apesar da proibição de utilização das APPs, observa-se no campo que parte dessas áreas está sendo usada para fins agropecuários. A falta de conhecimento dos impactos ambientais causados pelas explorações dessas áreas marginais aos rios (APPs) coloca em risco a sustentabilidade das terras e dos recursos hídricos (IORI et al, 2012)

O objetivo deste trabalho foi reunir, por meio de revisão de literatura científica, os resultados de algumas pesquisas, na atualidade, sobre a eficiência da mata ciliar na retenção de sedimentos e/ou melhoria das características químicas dos solos, correlacionar estes aspectos, com a importância da vegetação para contenção de erosão, manutenção dos recursos hídricos além do seu importante papel como agente ativo na conservação do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa descritiva e bibliográfica a respeito dos levantamentos de dados atuais, por meio de diversas metodologias, que estão focadas na comprovação, através de indicadores ambientais físico-químicos, da influência benéfica, ao sistema de conservação de solo, desempenhada pela mata ciliar, além de estabelecer comprovação de mudanças nos aspectos quali-quantitativos do solo sob mata ciliar com a interferência antrópica e atividades agropecuárias.

O compromisso desta pesquisa descritiva se estabelece no objetivo de explicar o assunto abordado como fonte revisional bibliográfica, apontando as comprovações dos indicadores e correlações estabelecidas atualmente a respeito do tema.

Diversos estudos experimentais foram selecionados para ilustrar os trabalhos que têm sido realizados na área, caracterizando, de sobremaneira, a relevância do assunto no contexto de produção econômica sustentável. Com isso, considerou-se pesquisas relevantes na autoria de Brito et al, (2009); Oliveira et al, (2010); Silva et al, (2010); Santos & Sparovek (2011); Iori et al, (2012), dentre outros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Oliveira *et al.* (2010) desenvolveram um estudo de campo com objetivo de avaliar a retenção de sedimentos por meio da caracterização morfológica e físico-química de um Latossolo Vermelho o estudo foi desenvolvido em uma lavoura de algodão cultivada em sistema de plantio convencional (SPC) há 12 anos. A área possui declive médio de 8% ao longo da encosta. À jusante da lavoura há uma faixa de 44 m de largura com vegetação ripária. De acordo com as descrições morfológicas das trincheiras abertas na entrada da mata ciliar e dos resultados das análises físico-químicas, os autores puderam verificar que nos primeiros metros da entrada da mata ocorreu retenção de sedimentos indicando que o carreamento destes pela erosão das áreas à montante foi retido pela vegetação ripária ou ciliar.

Iori et al. (2012) realizaram um estudo de caso, com a finalidade de identificar as faixas de áreas de preservação permanente (APPs), longitudinais ao rio Ribeira de Iguape (mata ciliar) (no município de Registro/SP), utilizadas para fins agropecuários, sugerindo, para isso, o uso do parâmetro nomeado pressão de preconsolidação como um indicador de suscetibilidade do solo à compactação. Os autores inferem que a importância do conhecimento da pressão de preconsolidação é amplamente reconhecida, por auxiliar na introdução de sistemas

conservacionistas de manejo (RÖMKENS & MILLER, 1971). Também, Oliveira et al. (2003) e Silva et al. (2010) relataram a importância da utilização de informações sobre a pressão de preconsolidação para o manejo racional do solo, por permitir a previsão do comportamento compressivo do mesmo. Com os resultados obtidos, os autores verificaram que o uso do solo nas áreas de preservação permanente (áreas de mata ciliar) altera a pressão de preconsolidação do solo, causando sua degradação estrutural, o que coloca em risco a sustentabilidade das terras, não devendo, portanto, ser permitido.

Com o objetivo de avaliar as propriedades químicas de solo sob reflorestamento ciliar após 20 anos de plantio em área de Cerrado, Silva et al. (2011) desenvolveram experimento de campo na fazenda experimental da UNESP², campus de Ilha Solteira. A área de estudo está localizada no Planalto da Bacia Sedimentar do Paraná (Figura 1) e apresenta declives muito suaves, relevo plano e suavemente ondulado (ALVES, 2001). O reflorestamento ciliar foi plantado nos meses de fevereiro e março de 1986, em 33 módulos compostos por 21 espécies: 1) *Albizia lebeck*; 2) *Holocalyx balansae*; 3) *Morus nigra*; 4) *Myroxylon peruiferum*; 5) *Spondias lutea*; 6) *Peltophorum dubium*; 7) *Ficus guaranitica*; 8) *Psidium guajava*; 9) *Parapiptadenia rigida*; 10) *Tabebuia* sp.; 11) *Tabebuia roseo-alba*; 12) *Tabebuia impetiginosa*; 13) *Plinia trunciflora* e, ou, *Alibertia edulis*; 14) *Jacaranda cuspidifolia*; 15) *Machaerium acutifolium*; 16) *Syzygium cumini*; 17) *Licania tomentosa*; 18) *Ceiba speciosa*; 19) *Koelreuteria paniculata*; 20) *Enterelobium contortisiliquum*; e 21) *Hovenia dulcis*. Dentre os resultados encontrados, verificou-se que as espécies plantadas no reflorestamento ciliar estão contribuindo com a deposição de material orgânico suficiente para que haja reciclagem de nutrientes e mantendo as propriedades químicas desse solo em boas condições, para que ocorra o estabelecimento da mata ciliar.

² UNESP – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho



Figura 1 – Localização geográfica do reflorestamento ciliar estudado no município de Selvíria (MS).

Brito *et al.* (2009) com objetivo de investigar as características sedimentares naturais (em particular as granulométricas) e o estado de preservação da mata ciliar ao longo do rio Urumajó (PA) desenvolveram um estudo de campo conforme Figura 2.

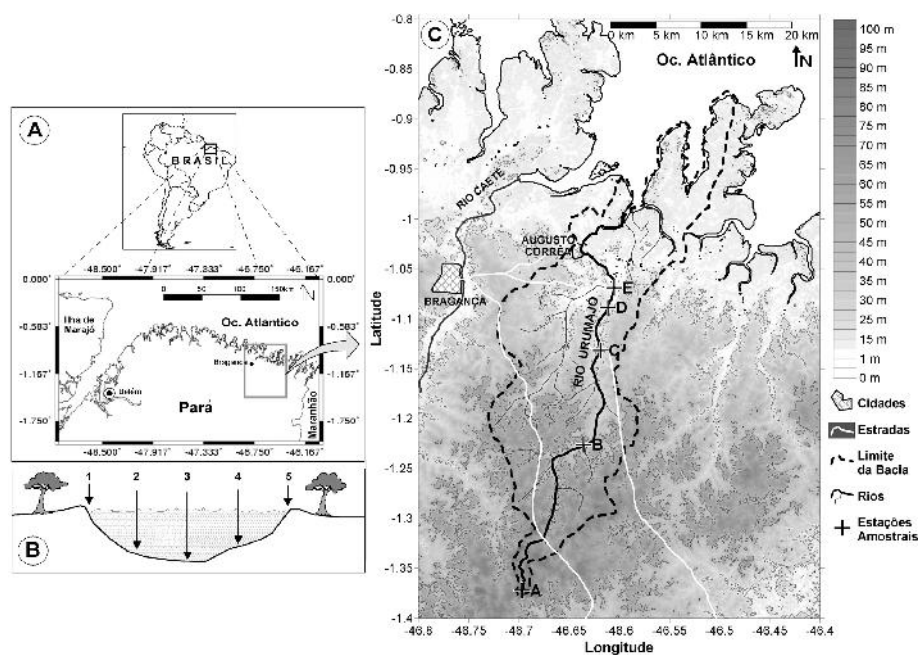


Figura 2: Localização da área de estudo, no nordeste do Pará (A), com o esquema amostral em cada estação (B) e o Modelo Digital de Elevação da área com base em dados SRTM, incluindo a hidrografia e localização das estações (C).

Fonte: Brito et al. (2009).

Cinco estações (A-E) foram estabelecidas de forma a registrar um transecto da nascente à foz do rio. Nas mencionadas estações, procedeu-se à caracterização da mata ciliar, bem como seu

grau de preservação. Também, elaborou-se um perfil transversal ao canal para cada estação, com coleta de amostras de sedimentos em cada perfil.

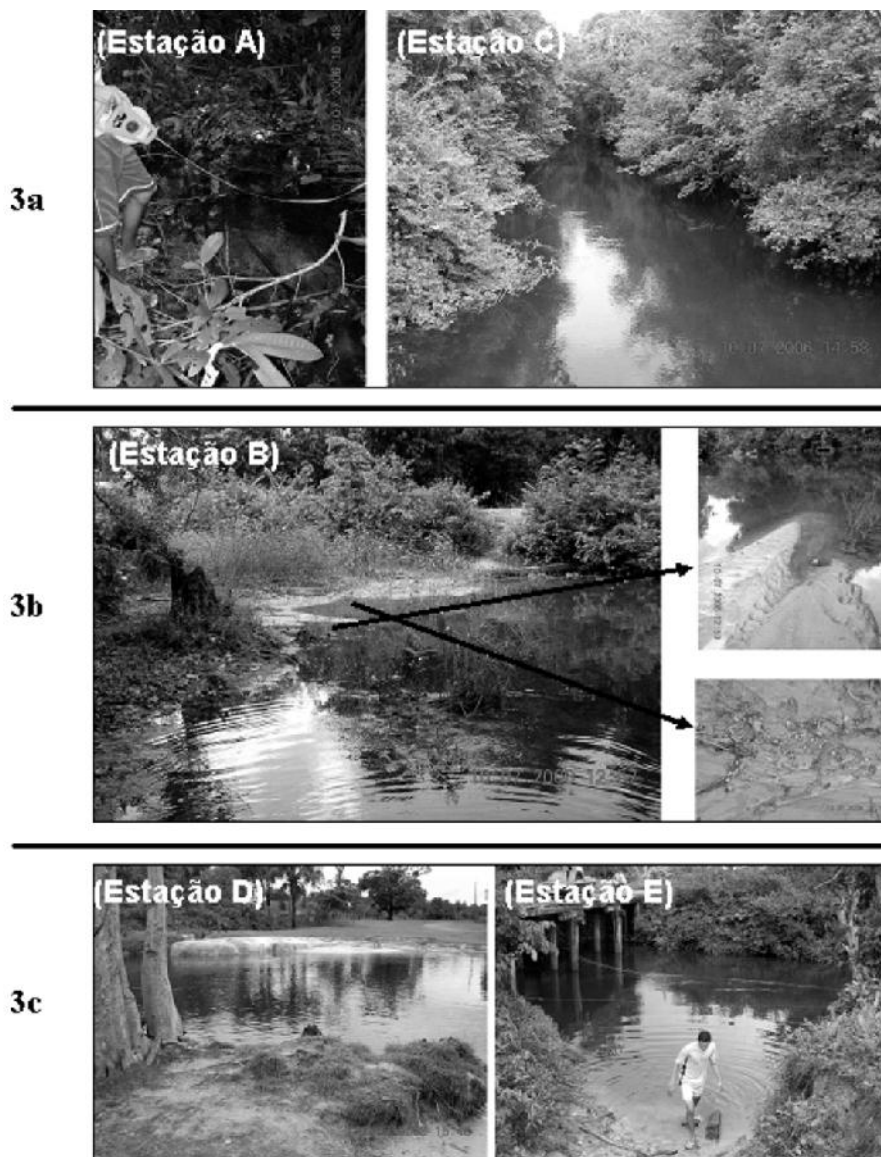


Figura 3 - Aspecto das estações de coleta evidenciando o bom estado de preservação para as estações A e C (3a) e degradação nas estações B (3b), D e E (3c).
Fonte: Brito et al. (2009).

Os sedimentos foram submetidos à análise granulométrica e, a partir dos resultados foi possível reconhecer as características sedimentares normais do rio, onde areia média é a principal classe granulométrica transportada. Foram observadas nas estações A e C a clara tendência das amostras serem moderadamente bem selecionadas e aproximadamente simétricas, com

dominância absoluta de areia média, o que está diretamente relacionado ao seu bom estado de preservação. Significativas variações granulométricas nas estações B, D e E foram associadas com o processo erosivo das margens do rio, consequência da degradação da mata ciliar. A falta ou deficiência na vegetação das margens do rio aumenta a diferença no tamanho das partículas entre amostras de uma estação, onde a degradação da mata ciliar é o fator preponderante na contaminação do rio por sedimentos que, no geral não são transportados pela corrente, como ocorrido nas estações B e D.

Estudos sobre a retenção de sedimentos em zonas ripárias (de mata ciliar) em paisagens predominantemente agrícolas tem sua relevância estabelecida pelo fato de que é necessária a investigação da efetividade das larguras das faixas ciliares na proteção dos recursos hídricos (PHILLIPS, 1989; LOWRANCE et al., 1997; SIMÕES, 2001; SPAROVEK et al., 2001b; COLLINS et al., 2010), gerando subsídios para o estabelecimento de larguras ótimas de matas ciliares no exercício do papel-filtro na retenção de nutrientes e sedimentos advindos de áreas agrícolas. Santos e Sparovek (2011) realizaram estudo de campo com objetivo de analisar a eficiência de uma mata ciliar na retenção dos sedimentos produzidos na área de lavoura cultivada com algodão em sistema de plantio convencional (Figura 4) com uso de técnica de estimativa de taxa de erosão por uso do ^{137}Cs .

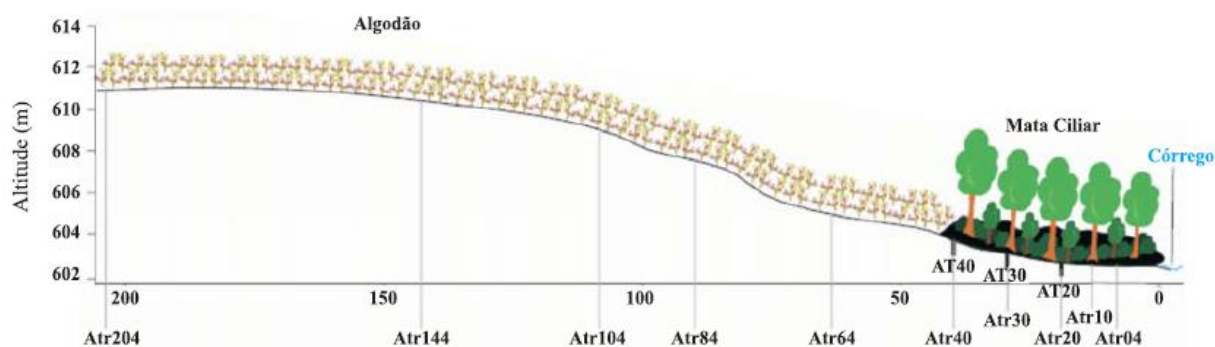


Figura 4 - Perfil topográfico da vertente de amostragem com a localização das tradagens (Atr) e das trincheiras (AT). Em que AT: trincheira e ATr: tradagens, e o índice numérico indica a distância entre o ponto de amostragem e o curso de água.

Fonte: Santos e Sparovek (2011).

Os autores verificaram que a redistribuição de solo na transeção estudada caracterizou-se por perdas de solo de baixa intensidade e deposições distribuídas de maneira mais dispersa ao

longo da área agrícola e também por deposição concentrada e intensa na área de mata ciliar (Figura 5).

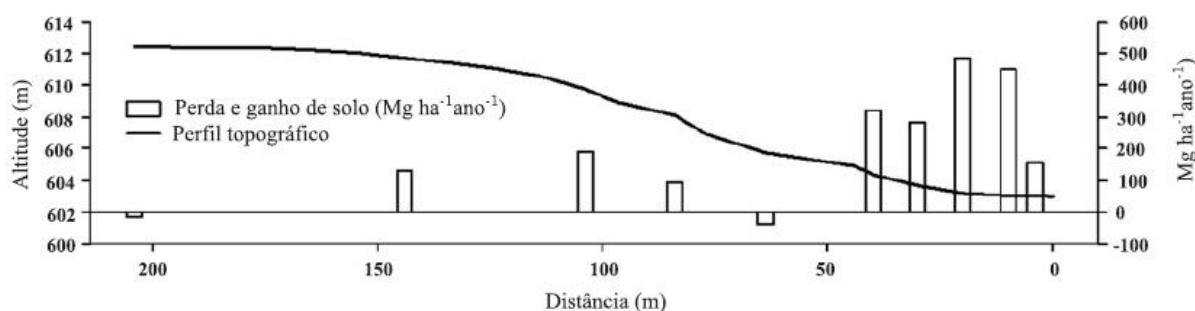


Figura 5 - Perfil topográfico com uso do solo, taxa de erosão (Mg ha⁻¹ ano⁻¹) nas trincheiras abertas na área de mata ciliar na transeção 1.

Fonte: Santos e Sparovek (2011).

A técnica do ¹³⁷Cs mostrou-se adequada para a determinação de perdas e ganhos de solo nesse tipo de estudo, evidenciando o depósito de sedimentos na área ciliar coberta de mata, bem como a eficácia dessa formação na retenção dos sedimentos advindos da área de lavoura, sendo recomendada a manutenção desse tipo de vegetação como medida mitigadora dos impactos da agricultura sobre os recursos hídricos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda hoje muito pouca importância tem sido dada aos efeitos advindos dos desmatamentos ciliares, os quais provocam a redução do nível do lençol freático, aumentando a quantidade de sedimentos em suspensão e assoreamento dos mananciais, corroborando para a diminuição do volume e qualidade de água para o consumo humano e sua indisponibilidade para uso na agricultura e pecuária.

É imperativo que haja a sensibilização desde empresários do ramo do agronegócio ao pequeno produtor rural e a sociedade civil como um todo, na concretização de um esforço superior na preservação das zonas ripárias. Aliado a isso, o advento da publicação do Novo Código Florestal Brasileiro gera subsídios complementares, ainda mais específicos, para que seja atendida adequadamente a legislação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADDISCOTT, T.M. A critical review of the value of buffer zone environments as a pollution control tool. In: HAYCOCK, N.E.; BURT, T.P.; GOULDING, K.W.T. & PINAY, G., ed. Buffer zones: Their processes and potential in water protection. Hertfordshire, Quest Environment, 1997. p.236-243.
- ALVES, M. C. Recuperação do subsolo de um latossolo vermelho usado para terrapleno e fundação da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira-SP. 2001. 83f. Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade
- BRASIL. Congresso Nacional. Código Florestal, Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Biodiversidade brasileira: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros. Brasília, Projeto de conservação e de utilização sustentável da diversidade biológica brasileira, PROBIO, 2002. 404p. (Série Biodiversidade, 5)
- BRITO, R.N.R.de; ASP, N.E.; BEASLEY, C.R.; SANTOS, H.S.S. dos. Características Sedimentares Fluviais Associadas ao Grau de Preservação da Mata Ciliar - Rio Urumajó, Nordeste Paraense. Acta Amazônica, vol. 39, n.1, p. 173 – 180, 2009.
- CAVALCANTI, G.G. & LOCKABY, B.G. Effects of sediment deposition on aboveground net primary productivity, vegetation composition, and structure in riparian forests. Wetlands, 26:400-409, 2006.
- CHRISTOFOLETTI, A. 1980. Geomorfologia. Edgard Blücher Ltda., São Paulo, SP, 188pp.
- COLLINS, A.L.; WALLING, D.E.; McMALLIN, G.K.; ZHANG, Y.; GRAY, J.; McGONIGLE, D. & CHERRINGTON, R. A preliminary investigation of the efficacy of riparian fencing schemes for reducing contributions from eroding channel banks to the siltation of salmonid spawning gravels across the south west UK. J. Environ. Manag., 91:1341-1349, 2010.
- CORRELL, D.L. Buffer zones and water quality protection: General principles. In: HAYCOCK, N.E.; BURT, T.P.; GOULDING, K.W.T. & PINAY, G., ed. Buffer zones: Their processes and potential in water protection. Edgewater, Smithsonian Environmental Research Center, 2001. p.7-20.

- DURIGAN, G.; SILVEIRA, E. R. da. Recomposição de mata ciliar em domínio de cerrado, Assis, SP. *Scientia Florestalis*, São Paulo, n. 56, p. 135-144, dez. 1999.
- FILIPPE, J. Avaliação da largura ideal de florestas ribeirinhas considerando modelagem matemática, estimativa de erosão por ^{137}Cs e aspectos ecológicos. São Paulo, Universidade de São Paulo, 2006.144p. (Dissertação de Mestrado).
- IORI, P.; SILVA, R. B. da; DIAS JÚNIOR, M.de S. & LIMA, J.M. de. Pressão de preconsolidação como ferramenta de análise da sustentabilidade estrutural de classes de solos com diferentes usos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36:1448-1456, 2012.
- JACOBS, J. M.; VOGUEL, R. M. Optimal allocation of water withdrawals in a river basin. *Journal of Water Resources Planning and Management*, v.124, n.6, p.142-158, 1998.
- KAGEYAMA, P.Y.; GANDARA, F.B.; OLIVEIRA, R.E. & MORAES, L.F.D. Restauração da mata ciliar – Manual para recuperação de áreas ciliares e microbacias. Brasília, Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2002. 245p.
- LOWRANCE, R.; ALTIER, L. S.; NEWBOLD, J. D.; SCHANABEL, R. R.; GROFFMAN, P. M.; DENVER, J. M.; CORREL, D. L.; GILLIAN, J. W.; ROBINSON, J. L.; BRONSFIELD, R. B.; STAVER, K. W.; LUCAS, W.; TODD, A. H. Water quality functions of riparian buffers in Chesapeake by watersheds. *Environmental Management*, v.21, n.3, p.687-712, 1997.
- MCKERGON, L. A.; WEAVER, D. M.; PROSSER, I. P.; GRAYSON, R. B.; REED, A. E. G. Before and after riparian management: Sediment and nutrient exports from a small agricultural catchment, Western Australia. *Journal of Hydrology*, v.270, n.1, p.253–272, 2003.
- OLIVEIRA, C.A.; KLIEMANN, H.J.; CORRECHEL, V. & SANTOS, F. C. V. dos. Avaliação da retenção de sedimentos pela vegetação ripária pela caracterização morfológica e físico-química do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.14, n.12, p.1281–1287, 2010.
- OLIVEIRA, G.C.; DIAS JÚNIOR, M.S.; RESCK, D.V.S. & CURI, N. Alterações estruturais e comportamento compressivo de um Latossolo Vermelho distrófico argiloso sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Pesquisa. Agropecuária Brasileira*, 38:291-299, 2003.
- OSBORNE, L. L.; KOVACIC, D. A. Riparian vegetated buffer strips in water quality restoration and stream management. *Freshwater Biology*, v.59, p.243-258, 1993.

PAULA LIMA, W. Função hidrológica da mata ciliar. In. BARBOSA, L.M., coord. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, Campinas, 1998. Anais... Campinas, Fundação Cargil, 1998. p.25-42.

PHILLIPS, J.D. An evaluation of the factors determining the effectiveness of water quality buffer zones. *J. Hidrol.* 107:133-145, 1989.

RITCHIE, J. C.; MCCARTY, G. W. ¹³⁷Cs and soil in a small agricultural watershed. *Soil & Tillage Research*, v.69, n.1, p.45-51, 2003.

RÖMKENS, M.J.M. & MILLER, R.D. Predicting root size and frequency from one-dimensional consolidation data – a mathematical model. *Plant Soil*, 248:237-248, 1971.

SANTOS, D.S. dos & SPAROVEK, G. Retenção de sedimentos removidos de área de lavoura pela mata ciliar, em Goiatuba (GO). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35:1811-1818, 2011.

SHARMA, R. H.; SHAKYA, N. M. Hydrological changes and its impact in water resources of Bagmati watershed, Nepal. *Journal of Hydrology*, v.11, n.51, p.315-322, 2006.

SILVA, A.M. da; MORAES, M.L.T.de; BUZETTI, S. Propriedades químicas de solo sob reflorestamento ciliar após 20 anos de plantio em área de cerrado. *Revista Árvore*, v.35, n.1, p.97-106, 2011.

SILVA, R.B.; IORI, P.; SILVA, F.A.M. & DIAS JÚNIOR, M.S. Modelagem e determinação do estado crítico de consolidação a partir da relação massa e volume em solos canavieiros. *R. Ci. Agrar.*, 33:376-389, 2010.

SIMÕES, L.B. Integração entre um modelo de simulação hidrológica e sistema de informação geográfica na delimitação de zonas tampão ripárias. Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2001. 125p. (Tese de Doutorado)

SPAROVEK, G.; RANIERI, S.B.L.; GASSNER, A.; DE MARIA, I.C.; SCHNUG, E.; SANTOS, R.F. & JOUBERT, A. A conceptual framework for the definition of the optimal width of riparian forests. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 90:169-175, 2001.

SUGUIO, K. 2003. *Geologia Sedimentar*. Edgard Blücher Ltda./EDUSP, São Paulo, SP, 400p.

WANG, X. H.; YIN, C. Q.; SHAN, B. Q. The role of diversified landscape buffer structures for water quality improvement in an agricultural watershed, North China. *Agricultural Ecosystem And Environment*, v.107, n.2, p.381-396, 2005.

Recebido em 12 de julho de 2013.

Aprovado em 20 de julho de 2013.