

Panorama sobre os Serviços Ecossistêmicos Prestados em Zonas Ripárias do Cerrado



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

DOCUMENTOS 365

Panorama sobre os Serviços Ecossistêmicos Prestados em Zonas Ripárias do Cerrado

*Fabiana de Gois Aquino
Lidiamar Barbosa de Albuquerque
Araci Molnar Alonso
Jorge Enoch Furquim Werneck Lima*

Exemplar desta publicação disponível gratuitamente no link: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br> (Digite o título e clique em “Pesquisar”)

Embrapa Cerrados
BR 020, Km 18, Rod. Brasília / Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73310-970, Planaltina, DF
Fone: (61) 3388-9898
Fax: (61) 3388-9879
embrapa.br/cerrados
embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações da Unidade

Presidente
Lineu Neiva Rodrigues

Secretária-executiva
Marina de Fátima Vilela

Secretária
Alessandra S. Gelape Faleiro

Membros
Alessandra S. G. Faleiro; Cícero Donizete Pereira; Gustavo José Braga; João de Deus G. dos Santos Júnior; Jussara Flores de Oliveira Arbues; Shirley da Luz Soares Araujo

Supervisão editorial
Jussara Flores de Oliveira Arbues

Revisão de texto
Jussara Flores de Oliveira Arbues

Normalização bibliográfica
Shirley da Luz Soares Araújo (CRB 1/1948)

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Wellington Cavalcanti

Tratamento das ilustrações
Wellington Cavalcanti

Foto da capa
Fabiana de Gois Aquino

Impressão e acabamento
Alexandre Moreira Veloso

1ª edição

1ª impressão (2020): tiragem (30 exemplares)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Cerrados

P195 Panorama sobre os serviços ecossistêmicos prestados em zonas ripárias do Cerrado / Fabiana de Gois Aquino... [et al.]. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2020.

34 p. (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111, ISSN online 2176-5081, 365).

1. Zona ripária. 2. Cerrado. 3. Serviço ambiental. I. Aquino, Fabiana de Gois. II. Embrapa Cerrados. III. Série.

631.584 CDD-21

Autores

Fabiana de Gois Aquino

Bióloga, doutora em Ecologia, pesquisadora da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Lidiamar Barbosa de Albuquerque

Bióloga, doutora em Ecologia, pesquisadora da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Araci Molnar Alonso

Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Jorge Enoch Furquim Werneck Lima

Engenheiro Agrícola, doutor em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Agradecimentos

Os autores agradecem aos revisores anônimos, às equipes dos projetos *AquaRiparia* (Embrapa/CNPq), *Ecoavaliação* (Embrapa), *Chuva/Vazão* (Embrapa/MMA) e ao *Portfólio Serviços Ambientais da Embrapa*.

Apresentação

Os serviços ambientais são as atividades humanas que favorecem a conservação dos ecossistemas e, como consequência, contribuem com a manutenção dos serviços ecossistêmicos. A abordagem dos serviços ambientais é relevante no âmbito das paisagens agrícolas, uma vez que toda produção agrícola depende dos estoques dos recursos naturais, provenientes da natureza, que sustentam a economia e o bem-estar humano.

Nesse sentido, esta publicação tem por objetivo evidenciar os serviços ecossistêmicos providos pelas zonas ripárias do bioma Cerrado e como a interação entre os ecossistemas naturais e agrícolas podem se beneficiar das influências positivas e recíprocas entre eles. Assim, espera-se que os produtores rurais possam, cada vez mais, contribuir por meio de suas ações para a manutenção dos serviços ecossistêmicos.

Sebastião Pedro da Silva Neto
Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

Sumário

Introdução.....	11
Categorias de serviços ecossistêmicos.....	12
Legislação	13
Zonas ripárias.....	15
Serviços ecossistêmicos em zonas ripárias	18
Zonas ripárias no contexto agrícola	23
Considerações finais	28
Referências	28

Introdução

Os ecossistemas, em todas as escalas de análise, são sistemas que englobam complexas, dinâmicas e contínuas interações bióticas (homem e outros seres vivos) e abióticas (solo, água, ar, relevo, clima e outros). As interações entre o ambiente físico e biológico geram as funções ecossistêmicas. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2019), essas funções geram serviços ecossistêmicos quando os processos naturais subjacentes a suas interações desencadeiam uma série de benefícios direta ou indiretamente apropriáveis pelo ser humano. Um único serviço ecossistêmico pode ser o produto de duas ou mais funções, ou uma única função pode gerar mais do que um serviço ecossistêmico. Ou seja, as funções ecossistêmicas podem ser traduzidas em serviços ecossistêmicos (SE) na medida em que desencadeiam uma série de benefícios ao ser humano (Costanza et al., 1997; Andrade; Romeiro, 2009; Power, 2010; Costanza et al., 2017). As funções ecossistêmicas ou funções ecológicas dependem das interconexões existentes entre os componentes do ecossistema, considerando sua capacidade dinâmica em gerar serviços em diferentes escalas espaciais e temporais. A provisão de alimentos, a regulação climática, a formação do solo, entre outros, são SEs gerados por meio do funcionamento adequado dos ecossistemas (Costanza et al., 1997; De Groot, 1992; Power, 2010; Costanza et al., 2017).

Os serviços ambientais decorrem das ações humanas que contribuem para a manutenção e recuperação dos serviços ecossistêmicos, que são, por sua vez, os fluxos derivados da dinâmica dos ecossistemas (FGV, 2018). Embora estejam relacionados, as diferenças conceituais são importantes para entendermos que podemos ser responsáveis por realizar serviços ambientais por meio do manejo dos ecossistemas (p. ex.: práticas conservacionistas do solo), mas não podemos praticar serviços ecossistêmicos (p.ex.: regulação climática), que dependem, exclusivamente, do funcionamento dos ecossistemas.

Essa temática tem ganhado atenção da sociedade nos últimos anos, sobretudo frente à grande demanda pelo fornecimento de alimentos, fibras e combustíveis com manutenção de estoques adequados de recursos naturais, ou seja, seguindo a lógica da sustentabilidade, que garantem a perenidade das atividades humanas.

Categorias de serviços ecossistêmicos

O conceito de SE foi popularizado, no início dos anos 2000, depois da publicação da *Avaliação Ecosystemática do Milênio* (Hassan et al., 2005), que envolveu 95 países, com o intuito de avaliar as consequências das alterações ecossistêmicas no bem-estar humano. Antes disso, Daily (1997) publicou um livro intitulado *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems* e Costanza et al. (1997) publicaram um artigo na *Nature*, *The value of the world's ecosystem services and natural capital*, que trouxeram à tona a discussão sobre os SE e sua importância para o bem-estar humano. A Avaliação Ecosystemática do Milênio (MEA, 2005) subdividiu os SE em quatro grupos:

- **Provisão** – os produtos obtidos ou provisionados pelos ecossistemas: alimentos, água, lenha, fibras, princípios ativos, bioquímicos, recursos genéticos e etc.
- **Regulação** – benefícios obtidos a partir de processos naturais que regulam as condições ambientais: polinização de plantas, regulação do clima, controle de doenças e pragas, controle de enchentes e desastres naturais, purificação da água, purificação do ar, controle de erosão e etc.
- **Culturais** – benefícios não materiais, tais como: educacional, espiritual, recreacional, estético, inspiracional, simbólico e etc.
- **Suporte** – são aqueles que formam a base para a produção de outros serviços ecossistêmicos: formação de solos, produção primária, ciclagem de nutrientes, processos ecológicos etc.

Recentemente, com a iniciativa da Plataforma Intergovernamental da Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (Potts et al., 2016) e da Classificação Internacional Comum dos Serviços Ecossistêmicos (CICES), três categorias foram mantidas: provisão, regulação e culturais. Os serviços ecossistêmicos de suporte passaram a ser considerados funções ecossistêmicas, necessárias para a produção de todos os demais serviços ecossistêmicos (Brasil, 2019).

A qualidade de vida é profundamente dependente dos serviços gerados pelos ecossistemas. Desse modo, é fundamental conhecer de que forma os fenô-

menos antrópicos, como o crescimento econômico e o crescimento populacional, afetam a capacidade dos ecossistemas gerarem serviços essenciais à vida no planeta (Arrow et al., 1995).

A degradação dos solos, dos corpos hídricos e da biodiversidade, pela sobre-exploração, queimadas descontroladas, entre outros, podem causar danos severos aos processos ecológicos e, conseqüentemente, aos SE (Ricaurte et al., 2014). Uma vez destruídos, a sua recuperação, quando possível, é dispendiosa. É importante valorar economicamente esses serviços visando subsidiar a definição de políticas para a conservação dos recursos naturais, a agricultura sustentável, a certificação ambiental e o pagamento por serviços ambientais, bem como fortalecer os instrumentos que incentivem ações no sentido de aumentar a sustentabilidade dos sistemas antropogênicos. A economia dos ecossistemas tem como finalidade estudar as relações entre os ecossistemas, os serviços por eles prestados e suas relações com o bem-estar humano (Andrade; Romeiro, 2009). Reconhecer o valor dos ecossistemas, das paisagens, das espécies, bem como outros aspectos da biodiversidade é uma característica das sociedades humanas (The Economics of Ecosystems and Biodiversity, 2010). Esse reconhecimento é parte do processo de valoração dos bens naturais.

A proteção do equilíbrio solo-água-plantas-animal é essencial, sobretudo em áreas consideradas críticas, como aquelas que ocorrem próximas às nascentes, aos rios e aos lagos, em vertentes íngremes, entre outras, como é o caso das zonas ripárias, cenário principal no conteúdo desta publicação.

Legislação

As discussões acerca do Novo Código Florestal Brasileiro, que culminaram na publicação da Lei de Proteção da Vegetação Nativa, n. 12.651/2012, trouxeram à tona a grande necessidade de entendimento e compreensão das funções e dos SE relacionados, sobretudo às zonas ripárias, muitas delas incluídas na definição de Áreas de Preservação Permanente (APPs). As zonas ripárias podem estar inteira ou parcialmente sob proteção da Legislação Brasileira, que as reconhece e as mantém como Área de Preservação Permanente (APP). As APPs são áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a

paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (Lei n. 12.651/12) Brasil (2012).

A Lei n. 12.651/2012 reduziu a largura legal da vegetação ribeirinha em propriedades privadas de 30 m para 15 m e, em alguns casos, para 5 m. Assim, a largura das faixas marginais para a conservação da vegetação ribeirinha, a qual faz parte da zona ripária, passou a variar, não mais pela largura do rio, como era no Código Florestal anterior, mas de acordo com o tamanho da propriedade rural. Diante dessa realidade, o entendimento acerca da importância dos ecossistemas naturais, incluídas as zonas ripárias, na manutenção de SE passa pela interface entre a educação, a política, a economia e a ecologia. Dessa forma, entendendo os SE como sendo os bens e serviços providos pelos ecossistemas e que contribuem, direta ou indiretamente, para o bem-estar humano, as zonas ripárias podem contribuir para muitos deles, principalmente, mas não unicamente, àqueles relacionados aos recursos hídricos, pela própria conexão entre esses ambientes.

A tomada de decisão sobre o uso ou a preservação de zonas ripárias deve ser balizada pelo conhecimento e discussão dos possíveis benefícios, custos e riscos envolvidos, em diferentes escalas no tempo e no espaço. Informações técnicas consolidadas e organizadas são essenciais para subsidiar tomadas de decisão e manejo de áreas ripárias, priorizando a manutenção desses ecossistemas em função de sua capacidade de fornecer benefícios (Riss et al., 2020).

Visando incentivar ações que estimulem a conservação dos ecossistemas, dos recursos hídricos, do solo, da biodiversidade, em janeiro de 2021, foi publicada a Lei n. 14.119/2021, que instituiu a Política Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais, o Cadastro Nacional de Pagamentos por Serviços Ambientais – CNPS e Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais – PFPASA.

A Lei, recentemente sancionada, definiu que os serviços ambientais são “atividades individuais ou coletivas que favorecem a manutenção, a recuperação ou a melhoria dos serviços ecossistêmicos”. E que o pagamento por serviços ambientais é a “transação de natureza voluntária, mediante a qual um pagador de serviços ambientais transfere a um provedor desses serviços recursos

financeiros ou outra forma de remuneração, nas condições acertadas, respeitadas as disposições legais e regulamentares pertinentes”. A Lei definiu que o pagador de serviços ambientais seria o poder público, organização da sociedade civil ou agente privado, pessoa física ou jurídica, de âmbito nacional ou internacional, que provê o pagamento dos serviços ambientais nos termos definidos em Lei, enquanto o provedor de serviços ambientais seria pessoa física ou jurídica de direito público ou privado, ou grupo familiar, ou comunitário que, preenchidos os critérios de elegibilidade, mantém, recupera ou melhora as condições ambientais dos ecossistemas.

Essa lei estabeleceu regras de compensação pelos serviços ambientais prestados pelos proprietários rurais que implementarem práticas conservacionistas.

O pagamento pelos serviços ambientais poderá se dar nas modalidades citadas a seguir ou poderão ser estabelecidas outras modalidades por atos normativos do órgão gestor da PNPSA:

- Pagamento direto, monetário ou não monetário.
- Prestação de melhorias sociais a comunidades rurais e urbanas.
- Compensação vinculada a certificado de redução de emissões por desmatamento e degradação.
- Títulos verdes (*green bonds*).
- Comodato.
- Cota de Reserva Ambiental (CRA), instituída pela Lei n. 12.651/2012.

Acredita-se que o pagamento por serviços ambientais poderá ser um instrumento, complementar aos instrumentos de comando e controle para promover a melhoria na prestação de serviços ecosistêmicos que contribuam com a qualidade de vida das populações.

Zonas ripárias

De acordo com Lima e Zakia (2001), embora os limites da zona ripária não sejam facilmente demarcados, ela se estende pelo terreno que está sujeito às inundações periódicas, ou seja, está intimamente ligada ao curso d'água e ao tipo de relevo. O limite a montante seria a nascente, considerando as

áreas côncavas das cabeceiras como parte integrante da zona ripária, que estão sob influência dos períodos de inundação. As matas ripárias (Figura 1) que compõem, comumente, essas zonas, ocupam áreas dinâmicas da paisagem em função da frequência de alterações que ocorrem nesse ambiente (Schiavini, 1997), tanto do ponto de vista hidrológico como ecológico e geomorfológico (Lima e Zakia, 2001).

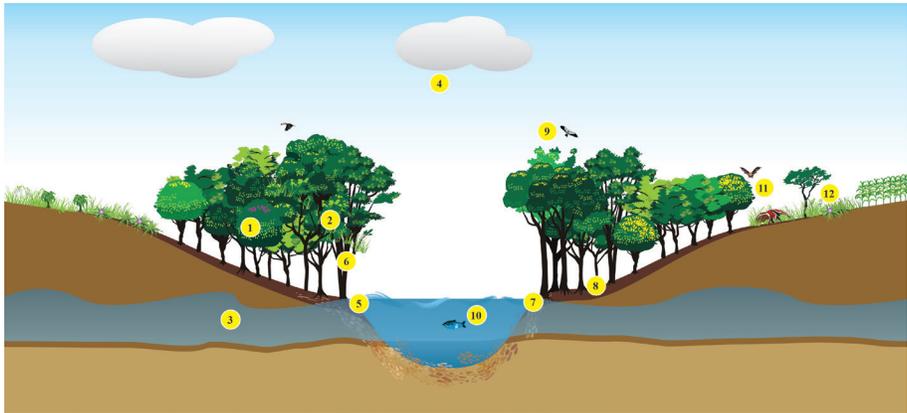


Ilustração: Renato Berlim

Figura 1. Esquema de zona ripária com os potenciais bens e serviços ecossistêmicos que podem fornecer (ver mais detalhes na Tabela 1).

Legenda: Recursos genéticos (1); Matérias-primas (2); Manutenção da qualidade da água (3); Regulação microclimática (4); Regulação de eventos extremos (5); Sequestro de carbono (6); Regulação de sedimentos (7); Regulação da erosão e da fertilidade do solo (8); Polinização (9); Manutenção de habitats para espécies (10); Controle biológico (11) e Serviços culturais (12).

Estudos com a perspectiva de conhecer, conservar e/ou restaurar as zonas ripárias em bacias hidrográficas têm buscado um melhor entendimento do impacto das ações antropogênicas nos ecossistemas naturais em escala mais ampla (Castela et al., 2008; Kreutzweiser et al., 2008; Young et al., 2009). Considerando diferentes escalas e a sua importância no contexto de uma bacia hidrográfica, os rios, as nascentes e demais corpos d'água devem ter parte de suas margens protegidas por faixas de vegetação nativa de tamanho suficiente para garantir a preservação dos recursos naturais estratégicos para a conservação dos diversos ecossistemas, suas funções ecológicas e sociais, bem como seus SE.

Aqui é importante fazer uma pequena parada para conceituar bacia hidrográfica – que é uma das principais unidades da paisagem, por ser uma porção

do território em que as águas das chuvas, das montanhas, subterrâneas ou de outros rios escoam em direção a um determinado curso d'água. Portanto, essas unidades possibilitam relacionar mudanças nas chuvas e no uso e cobertura da terra sobre os recursos hídricos, quantidade e qualidade, no exutório da bacia. Isso faz com que a bacia hidrográfica seja adotada como unidade de gestão dos recursos hídricos na Política Nacional de Recursos Hídricos do Brasil (Brasil, 1997), que também reconhece a água como bem finito e dotado de valor econômico, preconizando a necessidade de adoção de medidas para sua conservação, preservação e uso racional, por meio da integração entre gestão do território e dos recursos hídricos.

As zonas ripárias são componentes das bacias hidrográficas. Nessas zonas, destaca-se a vegetação conhecida como matas ripárias (Figura 1), que são ecossistemas situados ao longo de cursos d'água, sujeitos a inundações temporárias e que desempenham um importante papel na interligação com a rede de drenagem de uma bacia hidrográfica.

As zonas ripárias, que representam a interface entre os ecossistemas terrestres e aquáticos e são caracterizadas por diversos fatores ambientais, processos ecológicos e comunidades vegetais, também podem influenciar na manutenção da quantidade e da qualidade da água (Gregory et al., 1992). Elas são importantes para determinados processos hidrogeoquímicos, funcionando, com outras áreas da bacia hidrográfica, como reguladoras do fluxo de água, de sedimentos e de nutrientes entre os terrenos mais altos da bacia (topo de morro e encosta) e o ecossistema aquático localizado no fundo de vale.

Embora existam poucos estudos sobre os SEs prestados pelas zonas ripárias no bioma Cerrado, serão evidenciados, a seguir, alguns trabalhos técnicos-científicos que trazem uma visão funcional acerca desses ecossistemas. Ampliou-se a busca por trabalhos científicos ao redor do mundo que mencionavam matas ripárias, florestas ripárias e termos correlatos, sobretudo para aqueles SEs pouco estudados no bioma Cerrado, a fim de obter uma visão mais abrangente. A intenção não foi esgotar o assunto por meio da consulta em literatura, mas sim, suscitar uma reflexão sobre a importância dos esforços para compreender o papel desses ecossistemas visando aprimorar as estratégias de gestão, manejo, restauração e conservação da fauna, da flora, dos recursos hídricos e dos SEs.

Serviços ecossistêmicos em zonas ripárias

As zonas ripárias apresentam importância na paisagem, garantindo um mosaico de ambientes multifuncionais capazes de prover serviços ecossistêmicos fundamentais para o bem-estar humano. A cobertura vegetal do solo, formando uma camada superficial, auxiliar no controle de processos erosivos por meio da criação de uma barreira física que fornece resistência mecânica ao escoamento superficial, reduzindo a velocidade do fluxo e, consequentemente, favorecendo a infiltração da água no solo. Destaca-se que este é um processo que ocorre em toda área vegetada, não apenas nas zonas ripárias. Paralelamente, quando há ocorrência do escoamento superficial da água que atinge a mata ripária, a barreira física formada pela camada superficial, sobretudo a serapilheira, pode reduzir a energia do escoamento e depositar parte dos sedimentos que atingiriam o corpo hídrico (Ochiai; Nakamura, 2004).

A serapilheira, que está nessa camada superficial do solo, que também é um componente importante da ciclagem de nutrientes, compreende um conjunto de material de origem vegetal (tecidos foliares, galhos, troncos, frutos, etc.) e animal (restos animais e material fecal) depositado sobre a superfície do solo (Haag, 1985), ou seja, a serapilheira, além de proteger o solo atenuando forças erosivas das chuvas e do escoamento superficial, pode controlar a quantidade de nutrientes que retornam ao solo por meio da decomposição (Odum; Barrett, 2005). Portanto, ela é fonte de matéria orgânica, garantindo a fertilidade do solo e o fornecimento de nutrientes para a flora, a fauna do solo e o ecossistema aquático (Naiman et al., 2005). É ainda um compartimento de armazenamento de água, que apesar de pouca capacidade em termos quantitativos, funciona como um isolante térmico, contribuindo para a redução da evaporação e manutenção de microclima estável na superfície do solo (Garay; Kindel, 2001), criando condições microclimáticas que influenciam a germinação de sementes e o estabelecimento de plantas nativas recém-germinadas (Moraes et al., 1999).

O escoamento superficial e subsuperficial é afetado pelo uso e cobertura da terra de áreas vizinhas à zona ripária. Oliveira et al. (2010), avaliando a retenção de sedimentos pela vegetação ripária, em Goiás, mostraram que parte dos sedimentos carregados pela erosão das áreas adjacentes foram retidos pela vegetação ripária. Destaca-se que, no referido trabalho, não são

apresentadas informações sobre o relevo da vertente estudada, o que é fundamental nesse tipo de avaliação. Embora haja carência de informações consistentes sobre o papel da vegetação ripária, é certo que ela apresenta função de regulação na deposição e retenção de sedimentos que chegam diretamente ao corpo d'água, em razão da rugosidade que impõe ao terreno, reduzindo a energia da água de escoamento superficial e o impacto direto das gotas de chuva sobre o solo. Deve-se destacar ainda que, muitas vezes, o fluxo da água na vertente, inclusive quando atravessa a zona ripária, ocorre por meio de caminhos preferenciais (sulcos), que acabam por dificultar seu monitoramento e sua modelagem. Outro ponto importante nessa relação entre as matas ripárias e os rios, no que se refere aos processos erosivos, é a estabilidade das margens dos corpos hídricos conferidas, não apenas pela cobertura do solo, mas também pela presença de raízes de árvores que aumentam a resistência dessas áreas vulneráveis, principalmente, durante os eventos de cheia.

A manutenção dos recursos energéticos e da cadeia trófica nos riachos depende da interação com a vegetação ripária. A interação entre a mata ripária e a superfície da água proporciona sombreamento, alimentação para os peixes e outros organismos da fauna aquática e contribui para a estabilidade térmica dos pequenos cursos d'água (Lima, 1989). Vannote et al. (1980), ao elaborarem o conceito do *The River Continuum Concept* (RCC), observaram que as características dos ecossistemas lóticos (ambientes aquáticos de água corrente) podem sofrer, naturalmente, alterações em um gradiente longitudinal, e pode-se observar alterações decorrentes da influência da vegetação ripária sobre os rios e os diversos processos ecológicos envolvidos, como por exemplo, a entrada de energia e a ciclagem de matéria orgânica (Stanford et al., 2006; Sanpera-Calbet et al., 2009), que, por conseguinte, influenciam a cadeia trófica do ecossistema aquático. Rezende et al. (2019) mostraram que a qualidade dos detritos (p. ex.: folhas) da vegetação ribeirinha que chegam ao corpo d'água afetaram a colonização da comunidade de invertebrados associados ao processo de decomposição foliar.

Quanto à influência das florestas nas condições meteorológicas, normalmente, as variações diárias e estacionais dos elementos meteorológicos são suavizadas em ambientes de mata em comparação a área degradada (Müller et al., 2017). Em relação à precipitação, sabe-se que, embora a maior

evapotranspiração (água evaporada do solo + água transpirada pela planta) ocorrida nas florestas, em comparação com áreas de pastos e de culturas agrícolas, possa levar ao aumento da umidade atmosférica e, assim, a maior probabilidade de formação de nuvens e precipitação (Pielke et al., 1998), estudos apontam, até o momento, que não há relação direta entre um fator e outro. Isso é explicado pelo fato de a precipitação ser altamente variável no espaço e no tempo, ou seja, varia conforme a escala de estudo, principalmente, nos trópicos (Manton; Bonell, 1993).

Oldén et al. (2019) compararam larguras diferentes de faixas de vegetação para avaliar o efeito na manutenção das condições microclimáticas. Os autores observaram que faixas de 15 m e 30 m de largura não foram suficientes para manter os níveis de umidade relativa e temperatura quando comparado ao controle. Adicionalmente, perceberam que o microclima afetou o componente biológico. A manutenção da umidade pela estratificação da mata ripária ajuda a manter grupos de organismos e pode afetar a atividade da fauna edáfica. A conservação da fauna associada está fortemente vinculada aos fatores microclimáticos e, por conseguinte, na manutenção de processos de decomposição da matéria orgânica, dos ciclos de nutrientes, da aeração e da fertilidade do solo (Chauvel et al., 1987). Ou seja, a manutenção da umidade mantida pela mata ripária, que segue um gradiente, mantém algumas funções nesse importante ecossistema.

Os ecossistemas caracterizados pelas inundações periódicas, geralmente, suportam grupos de organismos hidrofílicos e mantém trocas de materiais e energia com ecossistemas vizinhos (Naiman; Décamps, 1997). Na vegetação da zona ripária, ocorrem espécies de ambiente aquático, terrestre e adaptadas aos dois ambientes e onde a composição florística depende da proximidade de outras formações florestais, topografia das margens, regime de inundação, processos de sedimentação, flutuação do lençol freático, tipos de solo e condições mesoclimáticas (Salvador, 1987; Bertoni; Martins, 1989). Esses fatores podem exercer forte pressão na seleção das espécies (Lima; Zakia, 2001).

No bioma Cerrado, por exemplo, essa pressão parece ser responsável pelos resultados obtidos por Silva Júnior et al. (2001). Os autores mostraram que 71% das 378 espécies arbóreas registradas em 21 áreas de matas ripárias do Distrito Federal ocorreram entre uma e seis localidades, ou seja, foram

consideradas raras e apenas duas espécies vegetais foram consideradas abundantes. Isso pode indicar que existem diferentes condições ambientais que ocorrem tanto ao longo do curso d'água quanto perpendicularmente ao curso d'água, em consequência dos ritmos de cheia e vazante, que resultam em trechos característicos de deposição de sedimentos, assim como trechos característicos de erosão fluvial (Lima; Zakia, 2001), que influenciam na composição das espécies (Schivani, 1997; Rodrigues; Shepherd, 2000). De maneira geral, as zonas ripárias do bioma Cerrado apresentam uma grande diversidade vegetal, contendo cerca de 2 mil espécies vegetais, tornando-se importantes repositórios de biodiversidade (Felfili et al., 2001), fato que também pode ocorrer em outros biomas a depender do grau de antropização nesses ambientes. Essa alta biodiversidade é responsável por inúmeros serviços ecossistêmicos fornecidos pelas zonas ripárias.

As espécies vegetais das matas do Brasil Central, em sua maioria, necessitam de vetores animais para dispersar seus frutos (Lopes, 1999), indicando necessidade da avifauna ativa para manter a capacidade de regeneração natural das matas (Oliveira; Paula, 2001). Nos ecossistemas tropicais as espécies arbóreas são, na maioria das vezes, polinizadas por insetos, aves ou morcegos. As sementes, na maioria das vezes, são dispersas por animais terrestres, peixes e pela água dos rios e riachos (Barbosa, 1999), reforçando a dependência da flora e da fauna.

Entre várias espécies de animais dependentes de zonas ripárias, a paca (*Cuniculus paca*) habita diversos ambientes florestados, sobretudo aqueles próximos aos cursos d'água. Assim como outros herbívoros de médio e grande portes, a paca pode ser considerada seletiva no consumo de sementes, frutos, plântulas e tubérculos (Oliveira; Bonvicino, 2006). Se ocorrer a diminuição da população de herbívoros como a paca, isso pode gerar dominância de determinadas espécies vegetais e a redução da diversidade, fato já observado em outras florestas tropicais (Dirzo; Miranda, 1991).

Trabalhos com outros grupos de organismos caminham na mesma direção. Nogueira et al. (2005) observaram que a fauna de lagartos no bioma Cerrado apresenta requerimentos específicos quanto ao tipo de ambiente e que ocorre baixo intercâmbio entre matas ripárias e áreas abertas. Assim, existe uma associação estreita entre o tipo de ambiente e a composição de espécies de lagartos. Conseqüentemente, a supressão de matas ripárias pode desen-

causar a extinção local de grupos de organismos associados a esse tipo de ecossistema. A manutenção da diversidade faunística é importante, pois, por exemplo, os lagartos apresentam funções ecológicas e ao mesmo tempo fornecem SE de predação e controle biológico de espécies indesejáveis em sistemas agrícolas, tais como: predação de amplas espécies de formigas e larvas de insetos (Sousa; Cruz, 2008). Há espécies de lagartos que são importantes dispersores de sementes (Vasconcellos-Neto et al., 2009), além de predadores de insetos.

Os ambientes naturais também são o palco de pesquisas para identificar o hábito alimentar de alguns animais, pois por meio de estudos da dieta é possível entender como eles interagem com o ambiente e como exercem a função ecológica. Nesse contexto, Camargo et al. (2017), em trabalho inédito no Cerrado, identificaram que, na dieta de *Gracilinanus agilis*, um pequenino gambá, foram encontrados principalmente, formigas, cupins e o percevejo-marrom (*Euschistus heros*), considerado um dos principais percevejos-praga da soja. Outro destaque foi observar que esse percevejo foi encontrado em 100% das dietas ocorridas na estação seca que ocorre após a colheita da soja, ou seja, quando o percevejo pode ter se refugiado em áreas naturais próximas à plantação de soja. Esse marsupial, *G. agilis*, é uma espécie que está associada, geralmente, a formações florestais típicas do Cerrado, como o cerradão e a mata ripária (Emmons; Feer, 1990; Rossi et al., 2006).

Quanto aos insetos inimigos naturais de pragas e que são controladores biológicos naturais, Cirelli e Pentead-Dias (2003) encontraram, em matas ripárias do município de Descalvado, SP, elevada diversidade de fauna de Braconidae (vespas que parasitam outros insetos), devido a presença de hospedeiros e diversos nichos disponíveis para esse grupo. Entre os gêneros mais abundantes, destacaram-se aqueles com funções importantes para o controle biológico causadores de danos em agrossistemas, tais como: endoparasitoides de larvas de mariposas e de besouros brocadores de madeira e raízes, assim como, controladores naturais das moscas-das-frutas e de insetos minadores de folhas. Esse trabalho também demonstrou que em mata degradada houve modificação da composição da fauna de Braconidae quando comparada às matas mais conservadas amostradas na pesquisa.

Além de sua importância nas interações com a fauna, as espécies vegetais são parte essencial para que a vegetação desempenhe um papel relevante

em nível global, pois participam ativamente de ciclos biogeoquímicos importantes, como no processo da fotossíntese relacionado aos ciclos do oxigênio e do carbono. As florestas são capazes de estocar por longo prazo quantidades de carbono, trocando-o com a atmosfera por meio da fotossíntese e da respiração. Assim, são importantes na regulação da emissão de gases de efeito estufa (Higa et al., 2014). Nesse sentido, ecossistemas florestais também são importantes estoques de carbono (The Economics of Ecosystems and Biodiversity, 2010) e onde se inserem, também, as matas ripárias.

Face a importância dessas áreas de matas ripárias o grande desafio no Cerrado, como também em outros biomas, é a sua reconstrução. Técnicas que buscam a restauração ecológica de áreas degradadas podem reativar os serviços prestados pelos ecossistemas de forma a reduzir os impactos negativos e promover conectividade entre os remanescentes e/ou áreas de produção mais sustentáveis. Nesse contexto, a restauração ecológica surge como alternativa para recuperar características estruturais e de funcionamento ecológico em ambientes degradados, as quais sejam próximas das condições originais (SER, 2019), ou seja, resgatar a sustentabilidade ecológica e os SEs presentes antes dos distúrbios (Chazdon, 2008).

Zonas ripárias no contexto agrícola

Dependendo da localização e do tamanho, as zonas ripárias podem estar inseridas no contexto agrícola. Em sistemas agrícolas, algumas práticas minimizam o impacto negativo sobre os recursos naturais, destacando-se as práticas conservacionistas: o plantio direto, os sistemas diversificados, rotacionados e integrados de produção, o manejo racional da água, o terraceamento, a manutenção de áreas de refúgio, o manejo integrado de pragas e doenças, entre outros, como também os sistemas agroecológicos. Somadas, essas estratégias podem garantir estoques de recursos naturais que mantêm a fertilidade do solo, o acúmulo do carbono orgânico no solo, a atividade biológica, a diminuição nas perdas de solo e de água, associados, sobretudo, à manutenção permanente da cobertura da superfície do solo.

Em se tratando dos recursos hídricos, um trabalho clássico publicado na Revista Brasileira de Ciência do Solo, em 1986, mostrou que a manutenção de uma vegetação permanente, como pastagem perene, reduz em 99,7%

as perdas de solo e 94,5% as perdas de água, comparadas com as perdas em solo descoberto (Dedecek et al., 1986). Trabalhos recentes conduzidos na Embrapa Cerrados têm mostrado os mesmos padrões de perda de solo e água. Assim, a manutenção da cobertura permanente da superfície do solo e o manejo adequado da pastagem evitam o impacto direto da chuva ou do vento, minimizando os processos erosivos e a compactação do solo. É, portanto, importante ressaltar que essas práticas conservacionistas minimizam os impactos do uso do solo na agricultura sobre os ambientes naturais, incluindo as zonas ripárias. Em consequência, todos os resultados de ações conservacionistas refletem tanto na bacia hidrográfica, em escala local, quanto numa escala maior, mais ampla, em termos regionais e nacionais, dependendo da dimensão da interferência.

Nesse contexto, a diminuição do escoamento superficial das águas e consequente aumento da infiltração de maneira adequada a promover a recarga do lençol freático e dos aquíferos subterrâneos é particularmente importante no bioma Cerrado, uma vez que cerca de 80% a 90% da vazão nos rios é proveniente da contribuição do lençol freático (escoamento subterrâneo ou de base), que responde pela manutenção de suas vazões, mesmo no período sem chuvas (Lima, 2010). Lembrando que o Cerrado é altamente estratégico para a manutenção da oferta hídrica nacional, que somado ao compartimento solo, representam os principais pilares para o desenvolvimento do setor agrícola. Estudo conduzido pela Embrapa mostrou que, das 12 grandes regiões hidrográficas brasileiras, 8 têm suas nascentes em áreas de Cerrado (Lima; Silva, 2007). Nos casos dos rios Paraguai, Parnaíba, São Francisco e Tocantins-Araguaia, o Cerrado responde, respectivamente, por 136%, 106%, 94% e 71% da vazão total que passa no exutório dessas bacias (Lima; Silva, 2007).

Em síntese, a conservação da qualidade do solo e da água são exemplos de SEs prestados quando há manejo adequado de ecossistemas naturais e sistemas agrícolas. A imagem representativa da integração entre os sistemas agrícola e natural e os reflexos sobre a intensidade de provisão de SE está apresentada, de forma esquemática, sem considerar valores numéricos, na Figura 2. Nela, exemplifica-se, de forma hipotética, como o fornecimento de SE pode ser modificado ao longo do processo de alteração de um sistema

natural (tempo 1) quando recebe e se integra com um sistema agrícola (tempo 2).

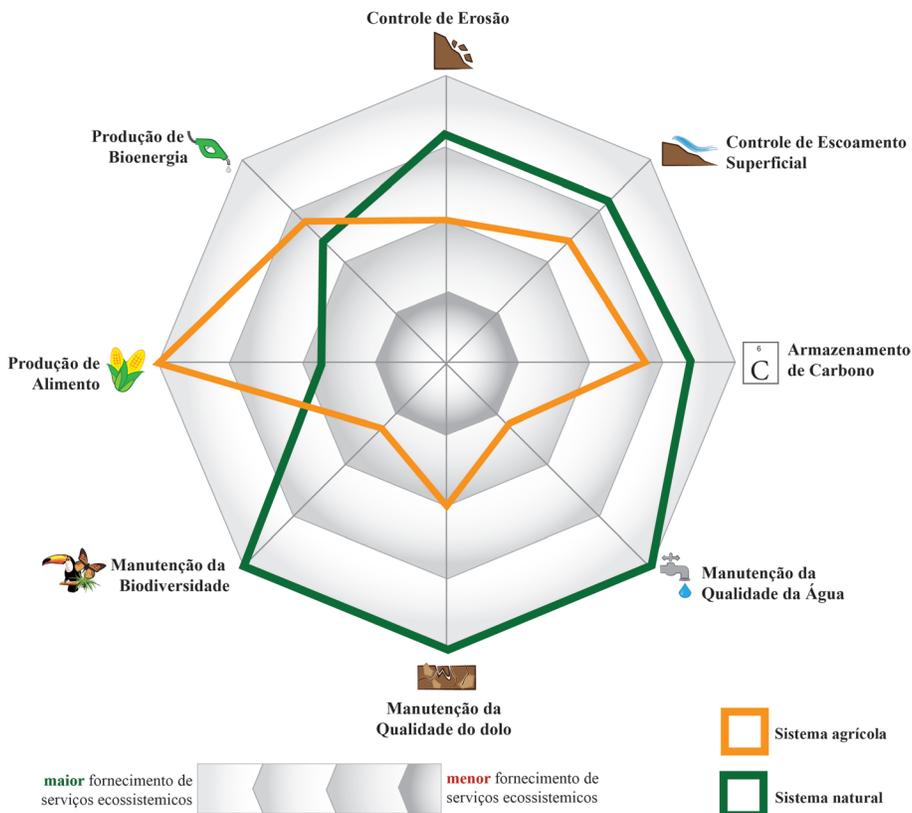


Figura 2. Diagrama do grau de fornecimento de serviços ecossistêmicos (SE) em sistema natural (tempo 1) e após a modificação no uso do solo, por exemplo, com introdução de sistema agrícola (tempo 2).

Fonte: Adaptado de Lima et al. (2017).

Ao considerar somente o sistema natural, que está, teoricamente, não antropizado, ocorre um elevado grau de fornecimento de SE para manutenção da biodiversidade, da qualidade do solo e da qualidade da água. Com a modificação no uso do solo, por exemplo, com introdução de sistema agrícola, há aumento do SE de produção de alimentos. Em contrapartida, pode haver diminuição, sobretudo quando não há uso de práticas conservacionistas,

nos SEs de armazenamento de carbono, controle de escoamento superficial, controle de erosão, manutenção da biodiversidade (retirada de biomassa original: vegetal e animal), entre outros. Ou seja, ao decidir alterar a paisagem, há, conseqüentemente, alteração na provisão dos serviços ecossistêmicos. A ideia foi expressar, por meio da Figura 2, que, ao implementar uma decisão de mudança de uso do solo, os sistemas (naturais e agrícolas) necessitam se ajustar à nova realidade modificando a capacidade de fornecer SE.

O mais importante é entender que a abordagem analítica desses serviços permite uma avaliação integrada da capacidade de diferentes sistemas que compõem a paisagem em prestar esses serviços, dando conta da alta complexidade e das múltiplas funções exercidas pelos ecossistemas. Em outras palavras, a lógica dos SEs é integradora, colocando toda a produção (antrópica e natural) na mesma escala e no mesmo grau de importância.

Por prover diversos SEs (Fremier et al., 2015) (Tabela 1), o planejamento do uso da água e da paisagem em zonas ripárias demandam cooperações interinstitucionais e sociais (Soares-Filho et al., 2014) para fortalecer os esforços de gestão, manejo, restauração e conservação da fauna, da flora, dos recursos hídricos e dos serviços ecossistêmicos nas bacias hidrográficas brasileiras, transformando a conservação e o uso sustentável em grande oportunidade para um desenvolvimento inovador.

Tabela 1. Exemplos de potenciais bens e serviços ecossistêmicos que podem ser prestados pelas zonas ripárias separados nas três categorias (provisão, regulação e culturais), de acordo com iniciativa da Plataforma Intergovernamental da Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (Potts et al., 2016) e da Classificação Internacional Comum dos Serviços Ecossistêmicos (CICES).

Categoria	Exemplo de bens e serviços ecossistêmicos	Fonte bibliográfica consultada
Provisão	Recursos genéticos (1): fornecem frutos, sementes, peixes etc	Silva et al. (2001a) Silva et al. (2001b)
	Matérias-primas (2): fornecem produtos medicinais, ornamentais (plantas e partes de plantas), condimentares, fibras, óleos essenciais etc	Matuda; Maria-Netto (2005) Santos et al. (2020)

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Categoria	Exemplo de bens e serviços ecossistêmicos	Fonte bibliográfica consultada
Regulação	Manutenção da qualidade da água (3): colaboram para a manutenção da qualidade da água	Marmontel; Rodrigues (2015)
	Regulação microclimática (4): mantém a estabilidade microclimática, resguardando o componente biológico	Müller et al. (2017) Oldén et al. (2019)
	Regulação de eventos extremos (5): diminuem a energia do escoamento durante eventos de cheia	Lima (1989)
	Sequestro de carbono (6): estocam carbono na biomassa	Wantzen et al. (2012) Nunes et al. (2018) Silva et al. (2018)
	Regulação de sedimentos (7): regulam a entrada de sedimentos nos corpos hídricos, contribuindo com a manutenção da qualidade da água	Oliveira et al. (2010) Rezende et al. (2017) Bambi et al. (2017) Rezende et al. (2019)
	Regulação da erosão e da fertilidade do solo (8): mantêm o equilíbrio por meio da manutenção da cobertura vegetal e ciclagem de nutrientes	Ochia; Nakamura (2004)
	Polinização (9): abrigam insetos, aves, mamíferos e outros grupos da fauna silvestre que atuam como polinizadores	Lopes (1999) Coelho; Barbosa (2004)
	Manutenção de habitats para espécies (10): fornecem substratos, abrigos, alimentos, permitindo a sobrevivência de espécies e a manutenção de ciclos biológicos	Lopes (1999) Oliveira; Paula (2001) Silva-Júnior et al. (2001) Nogueira et al. (2005) Reys et al. (2005) Castela et al. (2008) Bambi et al. (2017)
	Controle biológico (11): abrigam insetos, mamíferos e outros grupos da fauna silvestre e de microrganismos que atuam como agentes de controle biológico natural de doenças e pragas	Cirelli; Penteado-Dias (2003) Sousa; Cruz (2008) Camargo et al. (2017)
	Cultural	Serviços culturais (12): proporcionam beleza cênica e atividades de educação, lazer, pesca, ecoturismo, observação de pássaros, rituais religiosos, entre outros

Considerações finais

Como verificado, as zonas ripárias apresentam importância na paisagem, garantindo um mosaico de ambientes capazes de prover serviços ecossistêmicos fundamentais para o bem-estar humano. Embora tenham sido citados inúmeras publicações, ainda é necessário estruturar, aprofundar e ampliar, temporal e espacialmente, as informações sobre os serviços ecossistêmicos prestados pelas zonas ripárias. Além disso, é importante integrar os conhecimentos existentes.

Com base no conhecimento acumulado até aqui, considera-se relevante orientar abordagens de tomada de decisão de uso da terra baseada em serviços ecossistêmicos, com vista a orientar as práticas de restauração ecológica e potencializar a multifuncionalidade dos ecossistemas.

Uma abordagem baseada em serviços ecossistêmicos pode definir como as mudanças de uso da terra afetam a oferta, as vulnerabilidades e as externalidades positivas relacionadas a esses serviços, alterando as conexões e os impactos entre os sistemas naturais e agrícolas. Um entendimento mais amplo permite ajudar na compreensão das funções ecológicas e sociais exercidas pelos ecossistemas naturais fortalecendo a importância da sua preservação, conservação e uso racional.

Referências

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. **Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano**. Campinas: Unicamp, 2009. 44 p. (Texto para Discussão, 155).

ARROW, K.; BOLIN, B.; COSTANZA, R.; DASGUPTA, P.; FOLKE, C.; HOLLING, C. S.; JANSSON, B. O.; LEVIN, S.; MALER, K. G.; PERRINGS, C.; PIMENTEL, D. Economic growth, carrying capacity and the environment. **Science**, v. 268, p. 520-521, 1995.

BAMBI, P.; REZENDE, R. S.; FEIO, M. J.; LEITE, G. F. M.; ALVIN, E.; QUINTÃO, J. M. B.; ARAÚJO, F.; GONÇALVES, J. F. Jr. Temporal and spatial patterns in inputs and stock of organic matter in Savannah streams of Central Brazil. **Ecosystems**, v. 20, p. 757-768, 2017. DOI: 10.1007/s10021-016-0058-z.

BARBOSA, L. M. Implantação de mata ciliar. In: SIMPÓSIO MATAS CILIARES: CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1999, Belo Horizonte, **Anais...** Belo Horizonte: Cemig: UFLA, 1999. p. 111-135.

BERTONI, J. E. A.; MARTINS, F. R. Composição florística de uma floresta ripária na Reserva Estadual de Porto Ferreira, SP. **Acta Botânica Brasilica**, v. 1, n. 1, p. 17-26, 1987. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33061987000100003>.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 28 maio 2012.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portal**. Disponível em: <https://mma.gov.br/biodiversidade/economia-dos-ecossistemas-e-da-biodiversidade/servi%C3%A7os-ecossist%C3%A7%C3%A3o-amicos.html#capital-natural>. Acesso em: 05 set. 2019.

CAMARGO, N. F.; CAMARGO, A. J. A.; MENDONÇA, A. F.; VIEIRA, E. M. **Potencial Serviço ecossistêmico prestado pelo marsupial *Gracilinanus agilis* (Didelphimorphia: Didelphidae) com a Predação do Percevejo-Marrom *Euschistus heros* (Hemiptera: Pentatomidae)**, Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2017. 20 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa Cerrados, 339).

CASTELA, J., FERREIRA, V.; GRAÇA M. A. Evaluation of stream ecological integrity using litter decomposition and benthic invertebrates. **Environmental Pollution**, v. 153, n. 2, p. 440-449, May. 2008. DOI: 10.1016/j.envpol.2007.08.005.

CHAUVEL, A.; LUCAS, Y.; BOULET, R. The dynamics of the Amazonian forest: on the genesis of the soil mantle of the region of Manaus, Central Amazônia, Brazil. **Experientia** v. 43, n. 3, p. 234-241, 1987.

CHAZDON, R. L. Beyond Deforestation: restoring forests and ecosystem services on degraded lands. **Science**, v. 320, p.1458-1460, 2008. DOI: 10.1126/science.1155365

CIRELLI, K. R. N.; PENTEADO-DIAS, A. M. Análise da riqueza da fauna de Braconidae (Hymenoptera, Ichneumonoidea) em remanescentes naturais da Área de Proteção Ambiental (APA) de Descalvado, SP. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, n. 1, p. 89-98, 2003. DOI: 10.1590/S0085-56262003000100014.

COELHO, C. P.; BARBOSA, A. A. A. Biologia reprodutiva de *Psychotria poeppigiana* Mull. Arg. (Rubiaceae) em mata de galeria. **Acta Botanica Brasilica**, v.18, n. 3, p. 1-9, 2004. DOI: 10.1590/S0102-33062004000300008.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURGUE, K.; NAEEM, S.; O'NEIL, R. B.; PARUELO, J.; RASKIN, G. R.; SUTTON, P.; BELT, D. V. M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, n. 6630, p. 253-260, 1997.

COSTANZA, R.; DE GROOT, R.; BRAAT, L.; KUBISZEWSKI, I.; FIORAMONTI, L.; SUTTON, P.; FARBER, S.; GRASSO, M. Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go? **Ecosystem Services**, v. 28, p. 1-16, 2017. doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008

DAILY, G. (Ed.). **Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems**, Washington, DC: Island Press, 1997. 392 p.

DE GROOT, R. S. **Functions of Nature: evaluation of nature in environmental planning, management and decision making**. Amsterdam: Wolters-Noordhoff, 1992. 315 p.

DEDECEK, R. A.; RESCK, D. V. S.; FREITAS JUNIOR, E. de. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em Latossolo Vermelho-escuro dos Cerrados em diferentes cultivos sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.10, p. 265-272, 1986.

DIRZO, R.; MIRANDA, A. Altered patterns of herbivory and diversity in the forest understory: a case study of the possible consequences of contemporary defaunation. In: PRICE, P. W.; LEWINSOHN, T. M.; FERNANDES, G. W.; BENSON, W.W. (Ed.). **Plant-Animal Interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions**. New York: Wiley and Sons Pub, 1991. p. 273-287.

EMMONS, L. H.; FEER, F. **Neotropical rainforest mammals: a field guide**. Chicago: University of Chicago Press, 1990. 307 p.

FELFILI, J. M.; MENDONÇA, R. C.; WALTER, M. C. B.; SILVA-JUNIOR, M. T.; NÓBREGA, M. G. G.; FAGG, C. W.; SEVILHA, A. C.; SILVA, M. A. Flora fanerogâmica das Matas de Galeria e Ciliares do Brasil Central. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L. E; SOUSA-SILVA, J. C. (Eds.). **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. p. 195-263.

FERREIRA-PERUQUETTI, P. S.; MARCO-JÚNIOR, P. Medindo beleza cênica em sistemas de mata ciliar: um estudo preliminar. **Biotemas**, v. 13, n. 2, p. 107-117, 2000.

FGV. **Capital natural**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF. 2018. 22 p.

FREMIER, A. K.; KIPARSKY, M.; GMUR, S.; AYCRIGG, J.; CRAIG, R. K.; SVANCARA, L. K.; GOBLE, D. D.; COSENS, B.; DAVEIS, F. W.; SCOTT, J. M. A riparian conservation network for ecological resilience. **Biological Conservation**, v. 191, p. 29-37, 2015. doi.org/10.1016/j.biocon.2015.06.029.

GARAY, I.; KINDEL, A. Diversidade funcional em fragmentos de Floresta Atlântica. Valor indicador das formas de húmus florestais. In: GARAY, I.; DIAS, B. (Org.). **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais: avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento**. Petrópolis: Vozes, 2001. p. 350-368.

GREGORY, S. V.; SWANSON, F. J.; MCKEE, W. A.; CUMMINS, K. W. An ecosystem perspective of riparian zones. **BioScience**, v. 41, n. 8, p. 540-551, Sep. 1992.

HAAG, H. P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 144 p.

HASSAN, R.; SCHOLLES, R.; ASH, N. **Ecosystems and human well-being: current state and trends**. Washington, DC: IslandPress, 2005. (Millenium Ecosystem Assessment, v. 1).

HIGA, R. C. V.; CARDOSO, D. J.; ANDRADE, G. A.; ZANATTA, J. A.; ROSSI, L. M. B.; PULROLNIK, K.; NICODEMO, L. F.; GARRASTAZU, M. C.; VASCONCELOS, S.; SALIS, S. M. **Protocolo de medição e estimativa de biomassa e carbono florestal**. Colombo: Embrapa Floresta, 2014. 68 p. (Embrapa Floresta. Documentos, 266).

- KREUTZWEISER, D. P.; GOOD, K. P.; CAPELL, S. S.; HOLMES, S. B. Leaf-litter decomposition and invertebrate communities in boreal forest streams linked to upland logging disturbance. **Journal of The North American Benthological Society**, v. 27, p. 1-15, 2008.
- LIMA, J. E. F. W. **Modelagem numérica do fluxo da água no solo e do escoamento de base em uma bacia experimental em área agrícola no Cerrado**. 2010. 312 f. Tese (Doutorado em Tecnologia ambiental e recursos hídricos) - Faculdade de Tecnologia - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2010.
- LIMA, J. E. F. W.; AQUINO, F. G.; CHAVES, T. A.; LORZ, C. Development of a spatially explicit approach for mapping ecosystem services in the Brazilian Savana - **MapES. Ecological Indicators**, v. 82, 2017. p. 513-525
- LIMA, J. E. F. W.; SILVA, E. M. Estimativa da contribuição hídrica superficial do Cerrado para as grandes regiões hidrográficas brasileiras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 7., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s.n.], 2007. Disponível em: https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/19/97cb080def742a5ce7b0bb4d732f133d_aa9ee512cb2101a5d43ae657cbbfba41.pdf
- LIMA, W. P. Função hidrológica da mata ciliar. In: BARBOSA, L. M. (Coord.). SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, São Paulo, SP. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1989. p. 25-42.
- LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO; H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2. ed. São Paulo: Edusp, 2001. p. 33-44.
- LOPES, F. P. P. **Síndromes de dispersão de sementes em matas de galeria do Distrito Federal**. 1999. Dissertação (Mestrado)- Universidade de Brasília, Brasília, DF, 1999.
- MAGNUSSON, W. E. Catchments as basic units of management in conservation biology courses. **Conservation Biology**, v. 15, n. 5, p. 1464-1465, Oct. 2001. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2001.00399.x.
- MANTON, M. J.; BONNEL, M. Climate and rainfall variability in the humid tropics. In: BONNEL, M.; HUFSCHEMIDT, M. M.; GLADWELL, J. S. **Hydrology and water management in the humid tropics: hydrological research issues and strategies for water management**. Cambridge: Cambridge University Press, 1993. p. 13-33.
- MARMONTEL, C. V. F.; RODRIGUES, V. A. Parâmetros indicativos para qualidade da água em nascentes com diferentes coberturas de terra e conservação da vegetação ciliar. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 2, 2015. DOI: 10.1590/2179-8087.082014.
- MATUDA, T. G.; MARIA-NETTO, F. Caracterização química parcial da semente de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.). **Food Science and Technology. Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 25, n. 2, 2005. DOI: 10.1590/S0101-20612005000200029
- MORAES, R. M.; DELITTI, W. B. C.; STRUFFALDI-DE VUONO, Y. Litterfall and litter nutrient content in two Brazilian Tropical Forests. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 1, p. 9-16, 1999. DOI: 10.1590/S0100-84041999000100002.
- MULLER, A. G.; OLIVEIRA, A. D. de; EVANGELISTA, B. A.; DIAS, W. S. dos R.; NASCIMENTO, I. de F. **Caracterização micrometeorológica de ambientes de mata ripária remanescente, de pastagem degradada e em processo de restauração ecológica**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2017. 81 p. (Embrapa Cerrados. Documentos, 339).

- NAIMAN, R. J.; DÉCAMPS, H. The ecology of interfaces: riparian zones. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 28, p. 621-658, Oct. 1997. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.28.1.621
- NAIMAN, R. J.; DÉCAMPS, H.; McCLAIN, M. E. **Riparia ecology, conservation, and management of streamside communities**. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2005. 430 p.
- NOGUEIRA, C., VALDUJO, P. H.; FRANÇA, F. G. R. Habitat variation and lizard diversity in a Cerrado area of Central Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 40, n. 2, p. 105-112, 2005. DOI:10.1080/01650520500129901.
- NUNES, M. H.; TERRA, M. C. N. S.; OLIVEIRA, I. R. C., van den BERG, E. The influence of disturbance on driving carbon stocks and tree dynamics of riparian forests in Cerrado. **Journal of Plant Ecology**, v. 11, n. 3, p. 401-410, 2018, DOI: 10.1093/jpe/rtx007.
- OCHIAI, H.; NAKAMURA, S. A função da camada de serapilheira no controle da erosão do solo. In: VILLAS-BOAS, O.; DURIGAN, G. **Pesquisa em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista**: resultados da cooperação Brasil/Japão. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, 2004. p. 169-177.
- ODUM, E. P., BARRETT, G. W. **Fundamentals of Ecology**. Belmont: Thomson Brooks: Cole, 2005. 598 p.
- OLDÉN, A. PEURA, M. SAINÉ, S. KOTIAHO, J. S. HALME, P. The effect of buffer strip width and selective logging on riparian forest microclimate. **Forest Ecology and Management**, v. 453, 2019. DOI: 10.1016/j.foreco.2019.117623.
- OLIVEIRA, C. A.; KLIEMANN, H. J.; CORRECHEL, V.; SANTOS, F. C. V. 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, J. A.; BONVICINO, C. R. Ordem Rodentia. In: REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. (Ed.). **Mamíferos do Brasil**. Londrina: Ed. da Universidade Federal de Londrina, 2006. p. 347-400.
- OLIVEIRA, P. E. A. M.; PAULA F. R. Fenologia e biologia reprodutiva de plantas de matas de galeria. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L. E.; SOUSA-SILVA, J. C. (Eds.). **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. p. 303-332.
- PIELKE, R. A., Climate predictions as an initial value problem, **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 79, p. 2743-2746, 1998.
- POTTS, S. G.; IMPERATRIZ- FONSECA, V. L.; NGO, H. T. (Ed.). **The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production**. Bonn: IPBES, 2016. 552 p.
- POWER, A. G. Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. **Philosophical Transaction of The Royal Society. B**, v. 365, p. 2959-2971, 2010. DOI: 10.1098/rstb.2010.0143.
- REYS, P.; GALETTI, M.; MORELLATO, P. C.; SABINO, J. Fenologia reprodutiva e disponibilidade de frutos de espécies arbóreas em mata ciliar no rio Formoso, Mato Grosso do Sul. **Biota Neotropica**, v.5, n.2, p. 1-10. 2005. DOI: 10.1590/S1676-06032005000300021.

REZENDE, R. S.; BIASI, C.; HEPP, L. U.; PETRUCIO, M. M.; GONÇALVES, J. F. Jr. Efectos de las características de la hojarasca sobre la diversidad alfa y beta de ensambles de invertebrados en una cuenca hidrográfica tropical. **Ecología Austral**, v. 29, p. 365-379, 2019. DOI: 10.25260/ea.19.29.3.0.750.

REZENDE, R. S.; CORREIA, P. R. S.; GONÇALVES, J. F. Jr.; SANTOS, A. M. Organic matter dynamics in a savanna transition riparian zone: input of plant reproductive parts increase leaf breakdown process. **Journal of Limnology**, v. 76, p. 502-511, 2017. DOI: 10.4081/jlimnol.2017.1601.

RICAURTE, L. R.; WANTZZEN, K. M.; AGUDELO, E.; BETANCOURT, B.; JOKELA, J. Participatory rural appraisal of ecosystem services of wetlands in the Amazonian Piedmont of Colombia: elements for a sustainable management concept. **Wetlands Ecology and Management**, v. 22, p. 343-361, 2014. DOI 10.1007/s11273-013-9333-3.

RISS, T.; KELLY-QUINN, M.; AGUIAR, F. C.; MANOLAKI, P.; BRUNO, D.; BEJARANO, M. D.; CLERICI, N.; FERNANDES, M. R.; FRANCO, J. C.; PETTIT, N.; PORTELA, A. P.; TAMMEORG, O.; TAMMEORG, P.; RODRÍGUES-GONZÁLEZ, P. M.; DUFOUR, S. Global overview of ecosystem services provided by riparian vegetation. **BioScience**, v. 70, n. 6, p. 501–514, 2020. DOI: 10.1093/biosci/biaa041.

RODRIGUES, R. R.; SHEPHERD, G. J. Fatores condicionantes da vegetação ciliar. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2 ed. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 2001. p. 101-108.

ROSSI, R. V.; BIANCONI, G. V.; PEDRO, W. A. Ordem Didelphimorphia. In: REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. (Ed.). **Mamíferos do Brasil**. Londrina: Imprensa da UEL, 2006. Cap. 2, p. 27-66.

SALVADOR, J. G. L. **Considerações sobre as matas ciliares e a implantação de reflorestamentos mistos nas margens de rios e reservatórios**. São Paulo: CESP, 1987. (Série Divulgação e Informação, 105).

SANPERA-CALBET, I.; LECERF, A.; CHAUVET, E. Leaf diversity influences in-stream litter decomposition through effects on shredders. **Freshwater Biology**, v. 54, p. 1671-1982, 2009.

SANTOS, A. C. P.; ALVES, A. M.; NAVES, M. M. V.; SILVA, M. R. Perfil nutricional, compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de subproductos del jatobá-da-mata (*Hymenaea courbaril*, var. *stilbocarpa*). **Revista Chilena de Nutrición**, v. 47, n. 3, 2020. DOI: 10.4067/S0717-75182020000300366.

SCHIAVINI, I. Environmental characterization and groups of species in gallery forests. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ASSESSMENT AND MONITORING OF FORESTS IN TROPICAL DRY REGIONS WITH SPECIAL REFERENCE TO GALLERY FORESTS. **Proceedings...** Brasília, DF: Universidade de Brasília, 1997. p. 107-116.

SER. Society for Restoration Ecology. Disponível em: <https://www.ser.org/>. Acesso em: 06 jun. 2019.

SILVA, D. B.; SILVA, J. A.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. **Frutas do Cerrado**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2001b. 178 p.

SILVA, H. S.; RIBEIRO, S. C.; BOTELHO, S. A.; LISKA, G. R.; CIRILLO, M. A. Biomass and carbon in a Seasonal Semideciduous Forest in Minas Gerais. **Floresta e Ambiente**, v. 25, n. 1, 2018. DOI: 10.1590/2179-8087.050816.

- SILVA, M. R.; SILVA, M. S.; MARTINS, K. A.; BORGES, S. Utilização tecnológica dos frutos de jatobá-do-cerrado e de jatobá-da-mata na elaboração de biscoitos fontes de fibra alimentar e isentos de açúcares. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 2, 2001a. DOI: 10.1590/S0101-20612001000200010.
- SILVA-JÚNIOR, M. C.; FELFILI, J. M.; SILVA, P. E. N.; REZENDE, A. V. Análise florística de matas de galeria no Distrito Federal. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L. E.; SOUSA-SILVA, J. C. (Ed.). **Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2001. p. 143-191.
- SOARES-FILHO, B.; RAJÃO, R.; MACEDO, M.; CARNEIRO, A.; COSTA, W.; COE, M.; RODRIGUES, H.; ALENCAR, A. Cracking Brazil's forest code. **Science**, v. 344, p. 363-364, Apr. 2014.
- SOUSA, B. M.; CRUZ, C. A. G. Hábitos alimentares de *Enyalius perditus* (Squamata, Leiosauridae) no Parque Estadual do Ibitipoca, Minas Gerais, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 98, n. 2, p. 260-265, 2008. DOI: 10.1590/S0073-4721200800020001.
- STANFORD, J. A.; LORANG, M. S.; HAUER, F. R. The shifting habitat mosaic of river ecosystems. **Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie**, v. 29, p. 123-136, 2006. DOI: 10.1080/03680770.2005.11901979.
- THE ECONOMICS OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY - TEEB. **A economia dos ecossistemas e da biodiversidade para formuladores de políticas locais e regionais**. Disponível em: <www.teebweb.org>. Acesso em: 19 jun. 2019.
- VANNOTE, R. L.; MISHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. The river continuum concept. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 37, p. 130-137, 1980. DOI: 10.1139/f80-017.
- VASCONCELLOS-NETO, J.; ALBUQUERQUE, L. B.; SILVA, W. R. Seed dispersal of *Sentdn* (Solanaceae) in the Linares Forest, Espírito Santo state, Brazil. *Solanum thomasiifolium*. **Acta Botanica Brasílica**, v. 23, n. 4, p. 1171-1179, 2009. DOI: 10.1590/S0102-33062009000400027.
- WANTZEN, K. M.; COUTO, E. G.; MUND, E. E.; AMORIM, R. S. S.; SIQUEIRA, A.; TIELBÖRGER, K.; SEIFAN, M. Soil carbon stocks in stream-valley-ecosystems in the Brazilian Cerrado agroscape. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 151, p. 70-79, 2012. DOI: 10.1016/j.agee.2012.01.030.
- YOUNG, R. G.; COLLIER, K. J. Contrasting responses to catchment modification among a range of functional and structural indicators of river ecosystem health. **Freshwater Biology**, v. 54, p. 2155-2170, 2009. DOI: 10.1111/j.1365-2427.2009.02239.x.

Embrapa

Cerrados

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL