



MATA CILIAR: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA (2000–2026)

RIPARIAN FOREST: SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW (2000–2026)

DOI: 10.5281/zenodo.22699793



Sandra Ávila Gaspar¹

Marcia Cristina Braga Nunes Varricchio²

Alexandre dos Santos Pyrrho³

Paulo Sérgio Torres Brioso⁴

Daniel Lins de Albuquerque⁵

Simone da Silva⁶

1 Graduated in Agricultural Sciences from Federal Rural University of Rio de Janeiro. Technical Representative of APROVAC to the Hydrographic Basin Committees of the Middle Paraíba do Sul, Guandu, and Piabanha/RJ. Technical Representative of APROVAC in the Working Group of the Itatiaia National Park/RJ. Environmental Health, Parasitology, Bioethics Project of the Laboratory of Immune Parasitology and Toxicological Analysis of the Faculty of Pharmacy of the Federal University of Rio de Janeiro (SAPB-LIPAT Project/FF/UFRJ). Email: sandra.avila.gaspar@gmail.com.

2 PhD in Sciences (Plant Biology and Biotechnology) from the Postgraduate Program in Plant Biotechnology (PPGBV – UFRJ). Environmental Health, Parasitology, Bioethics Project of the Laboratory of Immune Parasitology and Toxicological Analysis of the Faculty of Pharmacy of the Federal University of Rio de Janeiro (SAPB-LIPAT Project/FF/UFRJ). Email: varichio2@gmail.com.

3 PhD in Sciences (Biophysics) from the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ). Laboratory of Immunoparasitology and Toxicological Analysis of the Faculty of Pharmacy (UFRJ). Email: pyrrho@farmacia.ufrj.br.

4 Graduated in agronomic engineering Federal Rural University of Rio de Janeiro. PhD in Sciences – Genetics. Federal Rural University of Rio de Janeiro. Official Laboratory of Phytosanitary Diagnosis – Phytopathology. E-mail: brioso@bighost.com.br.

5 Graduates in forest engineering from Federal Rural University of Rio de Janeiro. Master's degree in Environmental and Forestry Sciences from the Federal Rural University of Rio de Janeiro. Professional experience in environmental consulting, forest restoration, vegetation surveys, and impact assessments. Email: dlines.albuquerque@gmail.com.

6 PhD in Sciences (Plant Biology and Biotechnology) from the Postgraduate Program in Plant Biotechnology (PPGBV – UFRJ). Amazon Biobusiness Center (CBA) & Institute of Technology and Education Galileo da Amazônia (ITEGAM). E-mail: simonydasilva@gmail.com.

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 9 (2026) - ISSN 2965-2634

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)





RESUMO

A mata ciliar, também denominada floresta ripária ou vegetação ripária, corresponde à formação vegetal que ocorre ao longo das margens de rios, lagos, nascentes e demais corpos d'água, desempenhando funções ecológicas, hidrológicas e sociais de reconhecida relevância. O presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão sistemática da literatura científica publicada entre os anos de 2000 e 2026 sobre a definição, a importância, as funções, os empregos e as aplicações da mata ciliar, com base em artigos indexados nas bases de dados PubMed, Scopus, Web of Science e ScienceDirect. A busca foi conduzida por meio de descritores controlados combinados por operadores booleanos (AND, OR, NOT), e os estudos foram selecionados segundo critérios de inclusão e exclusão pré-estabelecidos. Os resultados evidenciam que a mata ciliar exerce funções de regulação hidrológica, controle de erosão e estabilização de margens, filtragem e retenção de nutrientes e sedimentos, regulação térmica dos cursos d'água, manutenção da biodiversidade e da conectividade de paisagem, além de relevante potencial de sequestro de carbono. No Brasil, a mata ciliar é legalmente protegida como Área de Preservação Permanente (APP) pela Lei nº 12.651/2012 (Código Florestal), a qual estabelece larguras mínimas de faixa marginal a serem preservadas ou restauradas em função da largura do curso d'água. Conclui-se que a manutenção e a restauração das matas ciliares constituem estratégia fundamental para a segurança hídrica, a conservação da biodiversidade e a mitigação das mudanças climáticas, sendo recomendável a adoção de larguras de faixa compatíveis com os múltiplos serviços ecossistêmicos que se pretende assegurar.

Palavras-chave: Mata ciliar. Floresta ripária. Área de Preservação Permanente. Restauração ecológica. Serviços ecossistêmicos.

ABSTRACT

Riparian forest, also referred to as riparian vegetation or gallery forest, corresponds to the vegetation formation that occurs along the margins of rivers, lakes, springs, and other water bodies, performing ecological, hydrological, and social functions of recognized relevance. This study aimed to carry out a systematic review of the scientific literature published between 2000 and 2026 on the definition, importance, functions, uses, and applications of riparian forests, based on articles indexed in the PubMed, Scopus, Web of Science, and ScienceDirect databases. The search was conducted using controlled descriptors combined through Boolean operators (AND, OR, NOT), and studies were selected according to pre-established inclusion and exclusion criteria. The results show that riparian forests perform functions of hydrological regulation, erosion control and streambank stabilization, nutrient and sediment filtering and retention, thermal regulation of watercourses, maintenance of biodiversity and landscape connectivity, in addition to relevant carbon sequestration potential. In Brazil, riparian forest is legally protected as a Permanent Preservation Area (APP) under Law No. 12,651/2012 (Forest Code), which establishes minimum marginal strip widths to be preserved or restored according to watercourse width. It is concluded that the maintenance and restoration of riparian forests constitute a fundamental strategy for water security, biodiversity conservation, and climate change mitigation, and the adoption of buffer widths compatible with the multiple ecosystem services intended to be assured is recommended.

Keywords: Riparian forest. Riparian vegetation. Permanent Preservation Area. Ecological restoration. Ecosystem services.





INTRODUÇÃO

As formações vegetais que se desenvolvem ao longo das margens de rios, lagos, nascentes e demais corpos d'água — designadas mata ciliar, floresta ripária, floresta de galeria ou vegetação ripária, a depender da região geográfica e da fitofisionomia associada — representam um dos componentes mais estudados e, ao mesmo tempo, mais ameaçados dos ecossistemas terrestres e aquáticos. O termo "ripário" deriva do latim riparius, que significa "adjacente às margens de um rio", e designa justamente a zona ecológica de transição entre os ambientes terrestre e aquático. A mata ciliar, portanto, constitui ecossistema de transição entre ambientes terrestres e aquáticos, situado às margens de rios, córregos, lagos, nascentes e áreas úmidas (DINCA; MURARIU; LUPOAE, 2025).

No contexto brasileiro, o conceito abrange formações vegetais que acompanham os cursos d'água, desde pântanos e manguezais até florestas densas ao longo de rios de grande porte, incluindo diversos estágios de regeneração secundária (PEQUENO et al., s.d.). No Brasil, as matas ciliares são protegidas legalmente como Áreas de Preservação Permanente (APPs) pelo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), sendo consideradas zonas de obrigatoria preservação ou recuperação, independentemente do estágio de conservação ou uso atual (PECHE FILHO, 2025). A designação legal reconhece a função estratégica desses ecossistemas no equilíbrio hidrológico e na proteção de corpos hídricos.

As matas ciliares desempenham funções ecológicas vitais para a manutenção da qualidade ambiental e do bem-estar humano. Segundo Gundersen et al. (2010), essas florestas possuem funções especiais na paisagem como interface entre os ecossistemas terrestre e aquático, servindo como habitats para grande número de espécies florestais, incluindo muitas espécies raras dependentes de água. A biodiversidade associada a esses ecossistemas é notável, com espécies adaptadas às condições hidrológicas variáveis ao longo do tempo (DINCA; MURARIU; LUPOAE, 2025).

A importância das matas ciliares no contexto das bacias hidrográficas é potencializada quando integrada a outras intervenções e práticas de manejo dos recursos naturais,





destacando-se o papel na atenuação da erosão fluvial acelerada, na contenção do aporte de sedimentos e dejetos a cursos d'água e reservatórios, e na regularização de vazões (FERNANDES, 1999 apud PEQUENO et al., s.d.). A degradação dessas áreas representa grave ameaça à segurança hídrica, comprometendo a quantidade e qualidade da água disponível para abastecimento público, agricultura e manutenção de ecossistemas aquáticos (SILVA; FREIRE; CORREA, 2025).

A relevância científica do tema é evidenciada pelo crescente número de publicações indexadas nas principais bases de dados internacionais ao longo das últimas duas décadas, refletindo o reconhecimento da mata ciliar como elemento estratégico para a regulação hidrológica, a conservação da biodiversidade, o controle da erosão e da qualidade da água, além de sua contribuição para a mitigação das mudanças climáticas por meio do sequestro de carbono.

No contexto brasileiro, a importância da mata ciliar é reforçada por sua condição jurídica de Área de Preservação Permanente (APP), conforme estabelecido pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Código Florestal brasileiro), que define larguras mínimas de faixa marginal a serem preservadas ou restauradas em função da largura dos cursos d'água. Entretanto, apesar da proteção legal, a supressão histórica e contínua da vegetação ciliar para fins agropecuários, urbanos e de mineração permanece como um dos principais vetores de degradação ambiental em bacias hidrográficas brasileiras.

Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo geral realizar uma revisão sistemática da literatura científica, publicada entre os anos de 2000 e 2025, acerca da definição, da importância, das funções ecológicas, dos empregos e das aplicações da mata ciliar. Como objetivos específicos, busca-se: (i) sistematizar as principais funções ecológicas e hidrológicas atribuídas à mata ciliar na literatura indexada; (ii) identificar os empregos e as aplicações práticas da mata ciliar em programas de restauração e conservação; (iii) apresentar exemplos de mata ciliar em diferentes biomas e regiões brasileiras; e (iv) sintetizar, por meio de quadros e gráficos comparativos, as evidências quantitativas disponíveis na literatura sobre



largura de faixa marginal, retenção de nutrientes, estoque de carbono e conservação da biodiversidade.

Este trabalho justifica-se pela necessidade de consolidação do conhecimento científico produzido nas últimas duas décadas sobre o tema, de modo a subsidiar tomadores de decisão, gestores ambientais, pesquisadores e profissionais envolvidos em projetos de restauração ecológica e de gestão de recursos hídricos.

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão sistemática da literatura científica, de caráter descritivo e qualitativo, elaborada com base nas recomendações gerais de transparência metodológica para revisões de literatura (identificação, triagem, elegibilidade e inclusão).

A busca bibliográfica foi realizada nas seguintes bases de dados indexadas: PubMed (National Library of Medicine/National Center for Biotechnology Information), Scopus (Elsevier), Web of Science (Clarivate Analytics) e ScienceDirect (Elsevier). Complementarmente, foram consultadas bases de literatura nacional (SciELO, Biota Neotropica e periódicos brasileiros de ciências florestais) para a identificação de estudos de caso e de dados específicos sobre a mata ciliar em território brasileiro, tendo em vista que grande parte da literatura latino-americana sobre o tema é publicada em periódicos nacionais não indexados de forma exaustiva nas bases internacionais anteriormente citadas.

O recorte temporal estabelecido compreendeu publicações realizadas entre os anos de 2000 e 2026, período que abrange a consolidação da pesquisa científica internacional sobre zonas ripárias, bem como a promulgação e a regulamentação do atual Código Florestal brasileiro (Lei nº 12.651/2012).

Os descritores utilizados foram selecionados a partir dos vocabulários controlados MeSH (Medical Subject Headings, para a base PubMed) e de termos livres correspondentes em inglês e português, combinados por meio dos operadores booleanos AND, OR e NOT. As principais strings de busca (search strings) utilizadas foram as seguintes:





• ("riparian forest" OR "riparian vegetation" OR "riparian buffer" OR "riparian zone" OR "gallery forest") AND ("ecosystem function*" OR "ecosystem service*" OR biodiversity OR "water quality")

• ("riparian buffer" OR "riparian forest") AND ("nitrogen removal" OR "nutrient retention" OR "sediment control") AND (width OR buffer)

• ("riparian vegetation" OR "riparian forest") AND ("streambank stability" OR "bank erosion" OR "root reinforcement")

• ("riparian forest" OR "riparian buffer") AND ("carbon sequestration" OR "carbon stock" OR "climate change mitigation")

• ("riparian zone" OR "riparian buffer") AND ("stream temperature" OR "thermal regulation" OR shading) AND fish

• ("mata ciliar" OR "floresta ciliar" OR "floresta ripária") AND (restauração OR recuperação OR "área de preservação permanente")

Não foram aplicados filtros de idioma na etapa inicial de busca, tendo sido posteriormente considerados, para leitura integral, artigos publicados em inglês e em português. O operador NOT foi utilizado de forma pontual para excluir da amostra estudos relativos a "riparian habitat" restritos a contextos exclusivamente geomorfológicos sem componente de vegetação (ex.: NOT "channel morphology only"), quando aplicável nas interfaces de busca avançada de cada base, conforme mostrado no Quadro 1.

Quadro 1: Bases de dados consultadas e exemplos de *strings* de busca booleana.

Base de dados	Exemplo de string booleana utilizada	Foco temático
PubMed	("riparian forest"[MeSH Terms] OR "riparian vegetation") AND ("ecosystem function*" OR biodiversity)	Funções ecológicas e biodiversidade
Scopus	TITLE-ABS-KEY(("riparian buffer" OR "riparian forest") AND ("nitrogen removal" OR "nutrient retention"))	Retenção de nutrientes
Web of Science	TS=(("riparian vegetation" OR "riparian forest") AND ("streambank stability" OR "bank erosion"))	Estabilização de margens





ScienceDirect	("riparian forest" OR "riparian buffer") AND ("carbon sequestration" OR "carbon stock")	Sequestro de carbono
SciELO / Biota Neotropica	("mata ciliar" OR "floresta ciliar") AND (restauração OR "área de preservação permanente")	Estudos de caso no Brasil

Fonte: Elaborada pelos autores com base na estratégia de busca descrita.

Foram incluídos na revisão: (i) artigos originais e artigos de revisão publicados em periódicos científicos com revisão por pares; (ii) estudos publicados entre 2000 e 2025; (iii) estudos que abordassem, direta ou indiretamente, a definição, as funções ecológicas, os empregos ou as aplicações da mata ciliar/floresta ripária; (iv) relatórios técnicos de agências governamentais e organizações não governamentais de reconhecida relevância científica (ex.: WWF, EPA).

Foram excluídos: (i) resumos de congresso sem texto completo disponível; (ii) estudos duplicados entre bases de dados; (iii) estudos cujo foco temático não guardasse relação direta com a vegetação ripária (ex.: estudos exclusivamente hidráulicos sem componente vegetal); e (iv) fontes não verificáveis ou sem indicação clara de autoria, veículo de publicação e data.

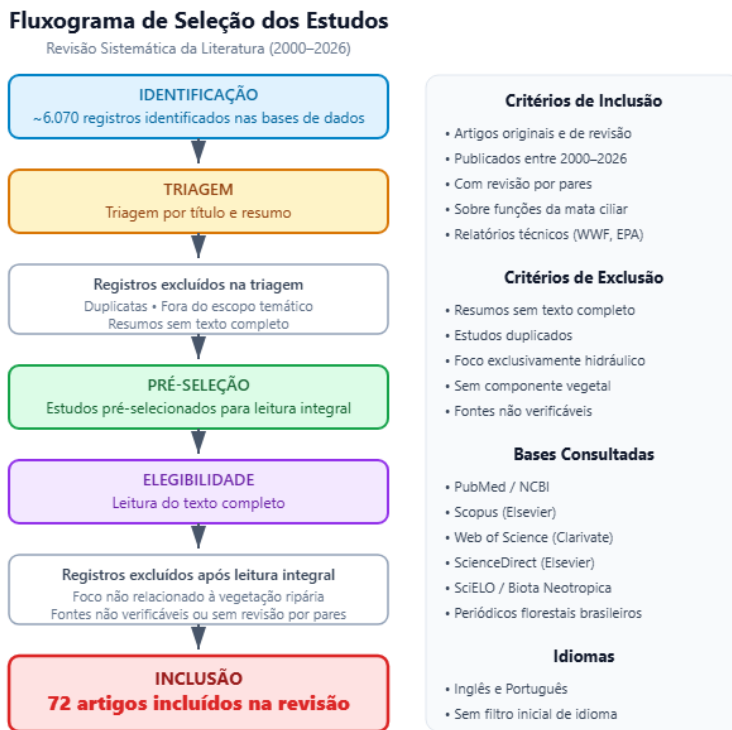
O processo de seleção seguiu três etapas: (1) identificação dos registros nas bases de dados a partir das “strings” booleanas descritas; (2) triagem por título e resumo, com exclusão de duplicatas e de registros não aderentes ao escopo temático; e (3) leitura do texto completo dos estudos pré-selecionados, com extração de dados relativos a autoria, ano, periódico, principais achados quantitativos (quando disponíveis) e recomendações de manejo. Os dados extraídos foram sistematizados nos quadros e nos gráficos comparativos apresentados na seção 7 deste trabalho.

Das aproximadamente 6.070 ocorrências identificadas nas bases de dados e fontes complementares, após a remoção de duplicatas e a triagem por título e resumo, então os estudos pré-selecionados foram submetidos à leitura integral. Após a avaliação dos textos completos segundo os critérios de elegibilidade, 72 artigos foram incluídos na revisão sistemática, cobrindo o período de 2000 a 2026.





Figura 1: Fluxograma de Seleção dos Estudos.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota: Adaptado das recomendações PRISMA para revisões sistemáticas. Elaborado com base na metodologia descrita no texto.

RESULTADOS

DEFINIÇÃO DE MATA CILIAR

A mata ciliar pode ser definida como a formação vegetal, arbórea ou não, que ocorre ao longo das margens de cursos d'água, ao redor de nascentes, lagos e reservatórios, constituindo a interface, ou zona de transição, entre os ecossistemas terrestre e aquático (RODRIGUES; LEITÃO FILHO, 2000). Na literatura científica internacional, o termo mais frequentemente empregado é “riparian forest” ou “riparian vegetation”, sendo também utilizados riparian buffer (quando se refere especificamente à faixa de vegetação manejada com finalidade de proteção da água) e “riparian zone” (para designar a área ecológica de forma mais ampla, incluindo componentes não estritamente florestais).

Revista *OWL Journal*, Campina Grande - PB, v. 4 n. 9 (2026) - ISSN 2965-2634

A Revista *OWL Journal* está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição (CC BY)





De acordo com o conceito adotado por revisão bibliométrica recente, a noção de "ripário" tem origem no termo latino riparius, que significa "adjacente às margens de um rio", contemplando as áreas ecológicas que margeiam rios, lagos, riachos e áreas úmidas, e enfatizando a transição entre ecossistemas terrestres e aquáticos. Já o termo "ciliar" deriva da analogia com os cílios, pequenos pelos que protegem e delimitam os olhos. Assim como os cílios funcionam como uma barreira natural de proteção, a vegetação ciliar exerce papel semelhante ao proteger os cursos d'água.

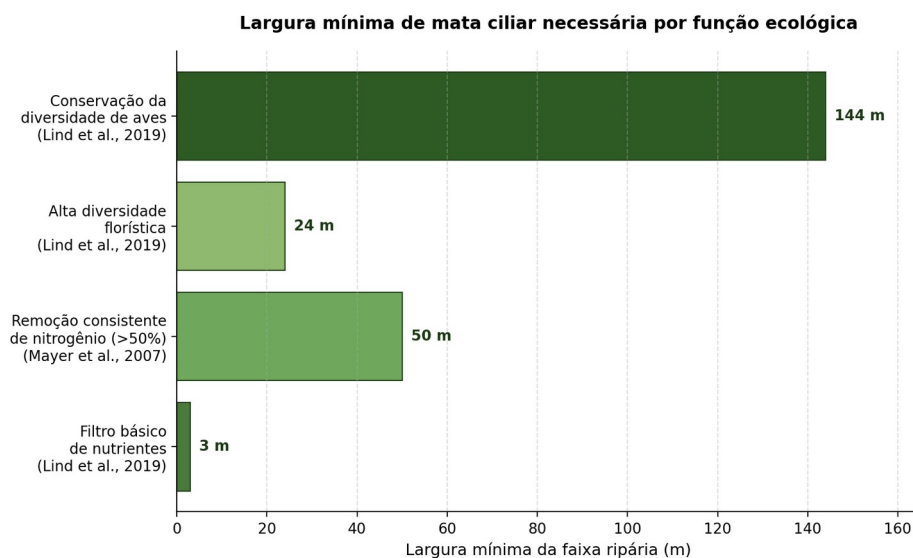
Do ponto de vista ecológico, a mata ciliar caracteriza-se por apresentar elevada heterogeneidade estrutural e florística, decorrente da variação de fatores como o regime de inundação, a disponibilidade hídrica do solo, a posição topográfica em relação ao curso d'água e o histórico de perturbação antrópica. Estudos florísticos e fitossociológicos conduzidos em diferentes regiões do Brasil evidenciam a ocorrência de dezenas a centenas de espécies arbóreas em fragmentos de mata ciliar, com predominância, em geral, de famílias como Fabaceae, Myrtaceae e Euphorbiaceae, e com nítida diferenciação de grupos ecológicos (pioneiras, secundárias iniciais e espécies não pioneiras) ao longo do gradiente de distância em relação à margem, conforme mostrado nas Figuras 2 e 3 (CAMPOS; LANDGRAF, 2001; PEREIRA et al., 2010).

No âmbito legal brasileiro, o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) não emprega literalmente o termo "mata ciliar", mas define as chamadas Áreas de Preservação Permanente (APP) ao longo de cursos d'água, nascentes e olhos d'água perenes, cuja cobertura vegetal, quando existente, corresponde justamente à mata ciliar (BRASIL, 2012). A distinção conceitual entre "mata ciliar" (termo fitogeográfico e ecológico) e "Área de Preservação Permanente" (categoria jurídica) é relevante, pois nem toda APP encontra-se efetivamente coberta por vegetação nativa, tampouco toda formação de mata ciliar remanescente coincide espacialmente com os limites legais da APP, mostrado no Quadro 2.



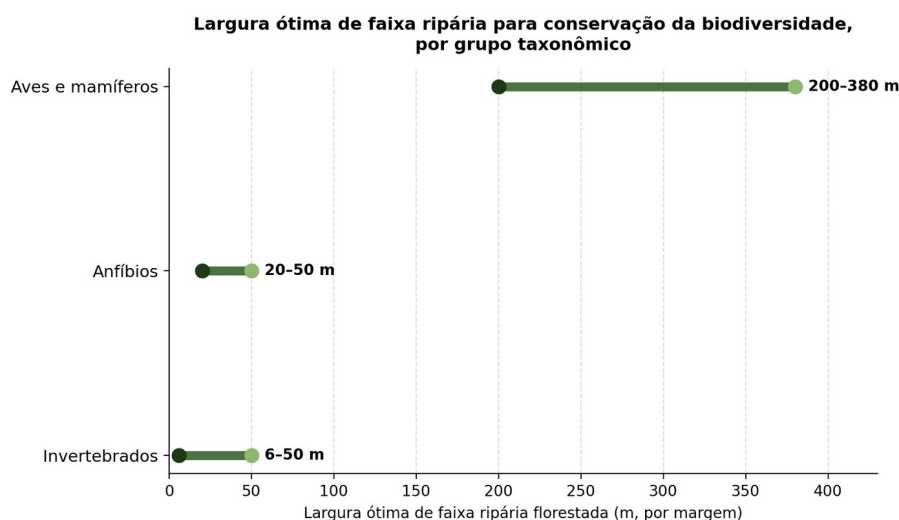


Figura 2: Largura mínima de mata ciliar necessária por função ecológica.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados de Lind et al. (2019) e Mayer et al. (2007).

Figura 3: Largura ótima de faixa ripária para conservação da biodiversidade, por grupo taxonômico.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados de Dala-Corte et al. (2026).



Quadro 2: Larguras mínimas de Área de Preservação Permanente (APP) ao longo de cursos d'água, conforme o Código Florestal brasileiro.

Largura do curso d'água	Largura mínima da faixa marginal de APP
Cursos d'água de menos de 10 metros de largura	30 metros
Cursos d'água com 10 a 50 metros de largura	50 metros
Cursos d'água com 50 a 200 metros de largura	100 metros
Cursos d'água com 200 a 600 metros de largura	200 metros
Cursos d'água com mais de 600 metros de largura	500 metros

Fonte: Brasil (2012), Lei nº 12.651/2012, art. 4º, inciso I.

Sinteticamente, pode-se afirmar que a mata ciliar constitui um ecótono — uma zona de transição ecológica — cuja composição, estrutura e funcionamento resultam da interação dinâmica entre processos hidrológicos, geomorfológicos e biológicos, sendo reconhecida na literatura internacional como um dos ambientes de maior relevância para a manutenção da integridade ecológica de bacias hidrográficas (DUFOUR; RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ; LASLIER, 2019).

IMPORTÂNCIA E FUNÇÕES ECOLÓGICAS DA MATA CILIAR

A literatura científica indexada nas bases consultadas converge para o reconhecimento de que a mata ciliar desempenha múltiplas funções ecológicas, hidrológicas e socioambientais, frequentemente classificadas na literatura internacional como serviços ecossistêmicos (“ecosystem services”). As subseções a seguir sistematizam as principais funções identificadas.

- Regulação hidrológica e controle de sedimentos

A mata ciliar exerce papel central na regulação do ciclo hidrológico local, atuando na interceptação da precipitação, no aumento da infiltração de água no solo, na redução do escoamento superficial e na retenção de sedimentos transportados por meio de processos





erosivos das áreas adjacentes. De acordo com Lind et al. (2019), em meta-análise que reuniu publicações desde 1984 sobre zonas ripárias em paisagens agrícolas, o tamanho da drenagem influencia diretamente a capacidade de remoção de sedimentos e nutrientes, sendo que mesmo faixas relativamente estreitas — da ordem de 3 metros — já são capazes de atuar como filtro básico de nutrientes.

De forma complementar, revisão sobre a trajetória científica dos estudos de vegetação ripária destaca que a vegetação ripária constitui componente crucial dos sistemas fluviais, desempenhando múltiplas funções socioecológicas relacionadas à regulação do regime hídrico e à conectividade longitudinal e lateral dos cursos d'água (DUFOUR; RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ; LASLIER, 2019).

- Estabilização de margens e controle de erosão

A presença de vegetação ripária arbórea contribui de maneira significativa para a estabilidade geotécnica das margens de rios e córregos, por meio do reforço mecânico proporcionado pelo sistema radicular. Revisão conduzida sobre a experiência australiana em manejo de margens fluviais demonstrou que a presença de floresta ripária reduz significativamente a probabilidade de erosão por ruptura de massa (“mass failure”), em razão do reforço das margens promovido pelas raízes das árvores, permitindo, inclusive, seções transversais de canal mais estreitas do que ocorreria na ausência dessa vegetação (HUBBLE; DOCKER; RUTHERFURD, 2010).

Adicionalmente, estudos de modelagem hidro-mecânica indicam que a combinação de árvores, arbustos e gramíneas ao longo do perfil transversal da margem proporciona o maior reforço hidro-mecânico do solo, associando estabilidade estrutural ao incremento da biodiversidade local. Esse padrão é corroborado por revisões voltadas à gestão integrada de zonas ripárias, segundo as quais a estabilização de margens (“streambank stabilization”) figura entre as principais funções ecossistêmicas responsáveis pela melhoria da saúde de rios e córregos (SINGH; TIWARI; SINGH, 2021).





- Filtragem e retenção de nutrientes

A capacidade da mata ciliar de interceptar e reter nutrientes — especialmente nitrogênio e fósforo provenientes de fontes difusas de poluição agrícola — constitui uma das funções mais amplamente investigadas na literatura científica. Meta-análise clássica sobre remoção de nitrogênio em faixas ripárias, que reuniu dados da literatura científica sobre concentração de nitrogênio em cursos d'água e água subterrânea, demonstrou que faixas largas (superiores a 50 metros) removem, de forma mais consistente, parcelas significativas do nitrogênio que adentra a zona ripária, quando comparadas a faixas estreitas (0 a 25 metros) (MAYER et al., 2007).

Esse padrão é reforçado pela meta-análise de Lind et al. (2019), segundo a qual, embora uma faixa de apenas 3 metros já atue como filtro básico de nutrientes, a manutenção de elevada diversidade florística exige faixas de aproximadamente 24 metros, ao passo que a conservação da diversidade de aves demanda faixas de até 144 metros de largura — evidenciando que a largura ótima da mata ciliar varia conforme a função ecológica que se pretende priorizar.

- Regulação térmica e manutenção de habitats aquáticos

O sombreamento proporcionado pelo dossel da mata ciliar exerce influência direta sobre a temperatura da água dos cursos fluviais, com implicações relevantes para a manutenção de espécies aquáticas sensíveis a variações térmicas, sobretudo peixes de água fria, como os salmonídeos, amplamente estudados na região noroeste dos Estados Unidos. Revisão sobre a regulação de florestas ripárias para a produtividade aquática no Pacífico Norte dos Estados Unidos aponta que as florestas ripárias interagem com os cursos d'água ao proporcionar sombreamento capaz de limitar o aquecimento por radiação solar direta, sendo essa uma ferramenta eficaz de controle térmico, ainda que o sombreamento constante possa, em contrapartida, limitar a fotossíntese aquática responsável por parte da produtividade do sistema fluvial.





Nesse contexto, revisões baseadas em evidências sobre a efetividade de faixas ripárias na manutenção da temperatura de cursos d'água e de populações de anfíbios associados a ambientes ripários no noroeste do Pacífico têm apontado grande variabilidade nos tamanhos de efeito relatados entre estudos, não havendo consenso quanto a uma largura mínima universal de faixa ripária aplicável a todos os contextos hidrogeomorfológicos.

- Biodiversidade e conectividade da paisagem

No Brasil, estudos florísticos conduzidos em fragmentos de mata ciliar em diferentes estados evidenciam elevada proporção de espécies com síndrome de dispersão zoocórica — isto é, dispersas por animais —, o que reforça a interdependência entre a fauna frugívora e a manutenção da regeneração natural da vegetação ripária ao longo do tempo (PEREIRA et al., 2010).

A mata ciliar funciona como corredor ecológico, favorecendo a conectividade entre fragmentos florestais e o deslocamento da fauna silvestre em paisagens fragmentadas. Meta-análise global recente, que comparou faixas ripárias florestadas com zonas ripárias convertidas em paisagens antropizadas de diferentes biomas florestais, constatou que as faixas ripárias florestadas sustentam maior biodiversidade animal que as zonas convertidas, tanto em escala local quanto em escala de paisagem, sobretudo em áreas agrícolas — padrão consistente para a maior parte dos táxons ripários e de água doce, tanto em regiões tropicais quanto temperadas (DALA-CORTE et al., 2026).

O mesmo estudo constatou que as faixas ripárias florestadas abrigam, em média, 32% mais espécies de referência (isto é, espécies encontradas em florestas ripárias contínuas) do que as zonas ripárias convertidas, e que a largura ótima de faixa para fins de conservação de espécies varia substancialmente conforme o grupo taxonômico considerado: enquanto aves e mamíferos demandam faixas da ordem de 200 a 380 metros por margem, anfíbios requerem entre 20 e 50 metros, e invertebrados, entre 6 e 50 metros (DALA-CORTE et al., 2026).



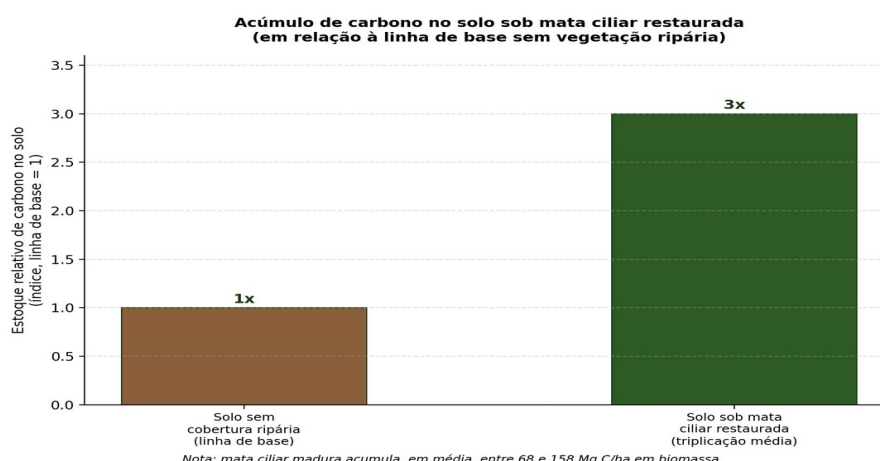


- Sequestro de carbono e regulação climática

A restauração de florestas ripárias tem sido crescentemente reconhecida como estratégia relevante para o sequestro de carbono, constituindo um co-benefício adicional às demais funções ecológicas já mencionadas. Síntese global e meta-análise conduzida por Dybala e colaboradores, que reuniu dados de biomassa ripária e de estoque de carbono no solo provenientes de 117 publicações, relatórios e conjuntos de dados não publicados, demonstrou que o estabelecimento de floresta ripária mais do que triplica, em média, o estoque de carbono no solo em relação à linha de base sem cobertura florestal, e que florestas ripárias maduras armazenam, em média, entre 68 e 158 Mg C/ha em biomassa, com os valores mais elevados observados em climas relativamente quentes e úmidos (DYBALA et al., 2019).

O mesmo estudo constatou que o plantio ativo de floresta ripária acelera substancialmente o acúmulo de carbono em biomassa, com taxas iniciais de crescimento mais do que duas vezes superiores às observadas em processos de regeneração natural passiva, o que reforça a relevância de programas de restauração ativa da mata ciliar como instrumento de mitigação das mudanças climáticas, conforme mostrado na Figura 4 (DYBALA et al., 2019).

Figura 4: Acúmulo de carbono no solo sob mata ciliar restaurada em relação à linha de base.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados de Dybala et al. (2019).



No contexto brasileiro, estudos sobre os impactos de alterações regulatórias na proteção de zonas ripárias no sul do Brasil indicam que o relaxamento de exigências legais relativas à largura de faixa ripária está associado a risco considerável de perda de carbono, na medida em que a redução da largura das faixas de proteção pode conduzir à conversão dessas áreas para uso agrícola ou pastoril, comprometendo tanto a capacidade de sequestro de carbono quanto outros serviços ecossistêmicos associados.

EMPREGOS E APLICAÇÕES DA MATA CILIAR

- Marco legal brasileiro e Áreas de Preservação Permanente

No Brasil, a proteção da mata ciliar está normatizada pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Novo Código Florestal), que revogou a antiga Lei nº 4.771/1965 e redefiniu os critérios para a delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP) ao longo de cursos d'água (BRASIL, 2012). O artigo 4º da referida lei estabelece larguras mínimas de faixa marginal a serem preservadas, ou restauradas quando degradadas, em função da largura do curso d'água, conforme sistematizado na Quadro 2 deste trabalho.

Além da função de proteção direta da vegetação nativa remanescente, a legislação estabelece mecanismos de regularização ambiental, como o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e o Programa de Regularização Ambiental (PRA), voltados à recomposição de APPs ripárias em imóveis rurais que apresentem passivo ambiental. Ferramentas computacionais recentes, como o pacote restauraRapp, desenvolvido em linguagem R, têm sido propostas para automatizar etapas do planejamento da restauração florestal em APPs ripárias, incluindo a aquisição de dados, a classificação de propriedades por tamanho e o cálculo das áreas a preservar e a restaurar de acordo com a legislação vigente (ARAÚJO; MARTENSEN, 2025).

- Restauração florestal e seleção de espécies

A restauração da mata ciliar constitui um dos principais empregos práticos do conhecimento científico produzido sobre o tema, envolvendo desde o plantio de mudas de





espécies nativas até técnicas de nucleação, condução da regeneração natural e enriquecimento de áreas em estágio inicial de sucessão. A seleção de espécies para fins de restauração fundamenta-se, tradicionalmente, na obra de referência de Rodrigues e Leitão Filho (2000), que propõe modelos de recomposição da mata ciliar com base na florística regional, considerando grupos ecológicos (pioneiras, secundárias e clímax) e síndromes de dispersão (zoocórica, anemocórica e autocórica), bem como a tolerância das espécies à saturação hídrica do solo.

Estudos fitossociológicos conduzidos em diferentes regiões brasileiras têm subsidiado a seleção de espécies para projetos de recomposição de matas ciliares. Em Minas Gerais, levantamento realizado nas cabeceiras do Rio Grande identificou 282 espécies distribuídas em 140 gêneros e 61 famílias, constatando que, em média, 72% das espécies e 59% dos indivíduos amostrados apresentavam dispersão zoocórica (PEREIRA et al., 2010). Em Santa Catarina, estudo sobre a composição arbórea de matas ciliares em restauração e remanescentes naturais no município de Rio Negrinho subsidiou a indicação de espécies com base em riqueza, diversidade e síndromes de dispersão e polinização observadas (SCARIOT; TRES; REIS, 2014).

Adicionalmente, o emprego de espécies com valor medicinal e de uso múltiplo tem sido explorado como estratégia de conciliação entre restauração ecológica e geração de produtos florestais não madeireiros, conforme demonstrado em levantamento das espécies arbóreas medicinais das matas ciliares do Rio Canoas, em Santa Catarina, que identificou espécies passíveis de emprego tanto na restauração de ambientes ciliares degradados quanto na obtenção de recursos genéticos e produtos não madeireiros (CHAVES; MANFREDI, 2010).

- Manejo, pagamento por serviços ambientais e planejamento

Para além da restauração propriamente dita, a mata ciliar tem sido empregada como instrumento de planejamento territorial e de gestão de bacias hidrográficas, subsidiando a





definição de áreas prioritárias para recuperação ambiental. Estudo conduzido no sul do Brasil propôs metodologia baseada em sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica para discriminar classes de impacto em Áreas de Preservação Permanente, com vistas à priorização de zonas para recuperação da qualidade da água superficial, tendo constatado que, em quase metade da bacia hidrográfica analisada, havia conflito de uso das APPs, sendo necessária a priorização de áreas de médio e alto impacto para fins de recuperação.

A mata ciliar também tem sido incorporada em esquemas de pagamento por serviços ambientais (PSA) e em programas de manejo integrado de zonas ripárias, que articulam avaliação de condição ripária, arcabouço político-institucional, participação de stakeholders, práticas de manejo, legislação e ações de conscientização ambiental, conforme sistematizado em revisão sobre manejo integrado de zonas ripárias para a melhoria da saúde de rios (SINGH; TIWARI; SINGH, 2021). Em nível internacional, modelagens de múltiplos serviços ecossistêmicos providos pela reflorestação ripária — a exemplo de estudos conduzidos na Costa Rica — têm demonstrado a viabilidade de conciliar exigências legais de faixas de proteção com a geração de benefícios hídricos e climáticos em escala de paisagem.

Para além dos serviços regulatórios já discutidos, a mata ciliar também é empregada como fonte direta de bens e de renda para comunidades locais, o que reforça seu valor como instrumento de conservação participativa. Levantamento conduzido em florestas ripárias da Bulgária identificou, entre os empregos tradicionais associados a essa vegetação, a exploração de plantas medicinais (como a espécie protegida *Leucojum aestivum*, fonte do alcaloide galantamina), o artesanato de cestaria a partir de ramos de salgueiro (gênero *Salix*), a pesca esportiva favorecida pelo sombreamento e pela oferta de abrigo às populações de peixes, além do turismo de natureza e de atividades cinegéticas regulamentadas em florestas ripárias protegidas (DOUNTCHEV; DIMOVA; DIMITROV, 2017).

Tais usos evidenciam que a mata ciliar, quando manejada de forma sustentável, pode conciliar a conservação ambiental com a geração de benefícios socioeconômicos diretos para populações do entorno. Além disso, o caráter multifuncional dessas formações vegetais — ao mesmo tempo fonte de recursos, espaço de lazer e barreira ecológica — torna a restauração de





matas ciliares particularmente atrativa, pois agrega valor não apenas à biodiversidade e à qualidade da água, mas também ao bem-estar e às oportunidades de desenvolvimento local.

EXEMPLOS DE MATA CILIAR E PROJETOS DE RESTAURAÇÃO

A diversidade fitogeográfica do território brasileiro confere à mata ciliar expressiva variação estrutural e florística entre biomas e regiões, conforme evidenciado pelos estudos de caso a seguir sistematizados.

Em bacias agrícolas, nos EUA, buffers ripários têm sido amplamente utilizados para controle de poluição de fontes difusas. Schmitt, Dosskey e Hoagland (1999) avaliaram o desempenho de buffers com diferentes vegetações, larguras e contaminantes, estabelecendo bases para o dimensionamento de zonas tampão. Na região norte da Europa, Gundersen et al. (2010) revisaram os serviços ambientais fornecidos pelas florestas ripárias nos países nórdicos, destacando a proteção da qualidade da água, regulação do ciclo de nutrientes e sequestro de carbono. Nas práticas de manejo florestal nórdico, as áreas adjacentes a riachos e rios são frequentemente deixadas sem colheita para manutenção das funções ecológicas. Na China, a configuração de vegetação ripária tem sido estudada para remoção eficiente de nitrogênio e fósforo em escoamento superficial, com remoção de 58% a 100% de nitrogênio total em padrões florestais específicos (PMC, 2020).

No Brasil, Daronco, Melo e Durigan (2013) conduziram estudo comparativo entre ecossistema em restauração e ecossistema de referência em mata ciliar de região de Cerrado, em Assis, São Paulo. O estudo evidenciou diferenças estruturais entre a mata ciliar remanescente e as áreas de restauração, mesmo após 12 anos, destacando a importância do monitoramento de longo prazo.

No leste da Amazônia, estudo com comunidades relocadas em Alcântara, Maranhão, propôs abordagem interdisciplinar para restauração da mata ciliar do Rio Pepital, integrando dados ecológicos, conhecimento tradicional e necessidades sociais. Foram encontradas 24 espécies arbóreas em áreas de referência, com densidade média de 510 indivíduos por hectare,





e alto consenso entre especialistas locais sobre as espécies mais importantes (CELENTANO et al., 2016).

Foram comparadas cinco técnicas de restauração no Brasil quanto à eficiência ecológica, custo relativo e tempo para resultados, havendo destaque para o sistema Taungya (método agroflorestal em que espécies arbóreas nativas são plantadas em consórcio com culturas agrícolas temporárias, permitindo ao mesmo tempo a recuperação da vegetação e a geração de renda para agricultores envolvidos no processo), que apresenta melhor relação custo-benefício (FREITAS, 2018; SILVA, 2019).

Para ilustrar, na Figura 5 abaixo, o painel compara os estoques de carbono acima do solo em florestas ripárias de diferentes regiões (Califórnia, Índia, China, Pacífico NW, Amazônia) com a média global de florestas de terra firme (DYBALA et al., 2019; KUJUR et al., 2021; AISHAN et al., 2018; O'KELLEY et al., 2025).

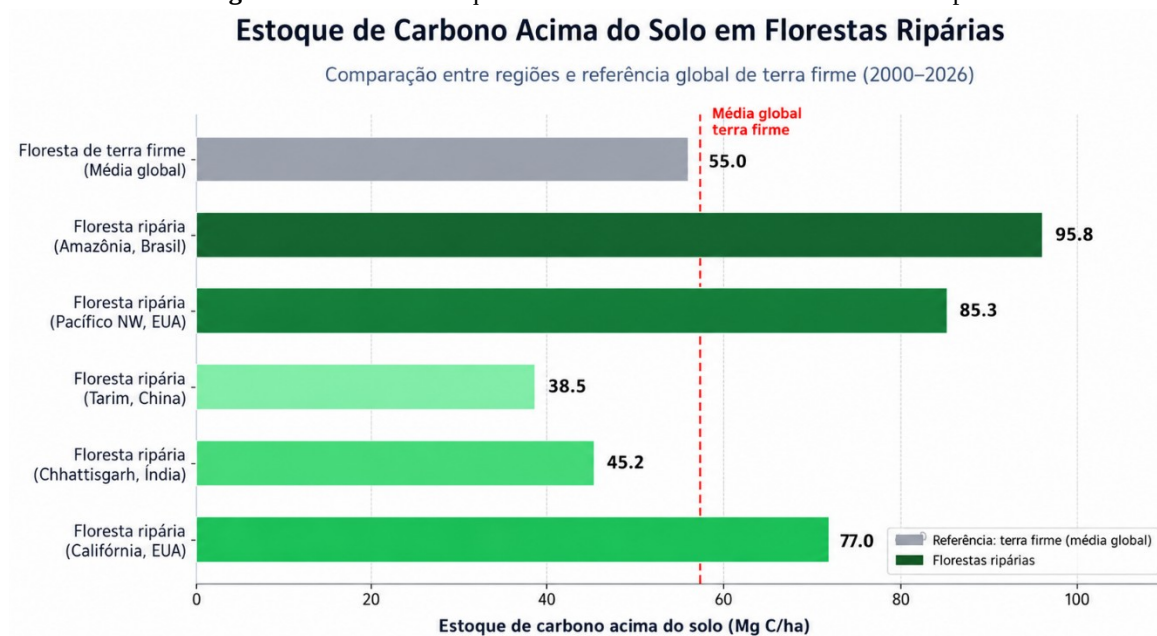
As florestas ripárias funcionam como sumidouros significativos de carbono, embora seus estoques variem consideravelmente entre regiões (Figura 5). Na Amazônia brasileira, o estoque de carbono acima do solo em florestas ripárias atinge 95,8 Mg C/ha, valor 74% superior à média global de florestas de terra firme (55,0 Mg C/ha). Florestas ripárias do Pacífico Noroeste dos EUA (85,3 Mg C/ha) e da Califórnia (72,76 Mg C/ha) também superam essa referência, enquanto florestas ripárias da Ásia (China: 38,5 Mg C/ha; Índia: 45,2 Mg C/ha) apresentam estoques inferiores, possivelmente em função de diferenças climáticas, histórico de uso da terra e estádios sucessionais dos fragmentos avaliados.

A floresta ripária amazônica apresenta estoque de carbono acima do solo (95,8 Mg C/ha) consideravelmente superior tanto à média global de terra firme (55,0 Mg C/ha) quanto às florestas ripárias de outras regiões, como o Pacífico NW dos EUA (85,3 Mg C/ha) e a Califórnia (72,76 Mg C/ha), enquanto florestas ripárias na Ásia (China e Índia) apresentam valores mais modestos (38,5 e 45,2 Mg C/ha, respectivamente). O painel de estoques de carbono acima do solo (aboveground biomass carbon) em florestas ripárias apresenta dados comparáveis (todos em Mg C/ha). A comparação com a média global de terra firme (55,0 Mg C/ha) é, pois, indicada.





Figura 5: Painel de estoques de carbono acima do solo em florestas ripárias.



Fonte: Dybala et al. (2019); Kuyper et al. (2021); Aishan et al. (2018); O'Keeley et al. (2021); Celentano et al. (2017).

Nota: Mg C/ha = megagramas de carbono por hectare; a = anos. Eficiência ecológica medida por indicadores estruturais e funcionais.

Na região Noroeste Fluminense, projeto de recuperação da mata ciliar do Rio Paraíba do Sul testou quatro modelos de revegetação: isolamento/regeneração natural, plantio convencional, sistema agroflorestal Taungya e nucleação por transposição do banco de sementes. Após quatro anos, o sistema Taungya apresentou os melhores resultados para a maioria dos indicadores avaliados, atendendo aos critérios do órgão ambiental estadual que se baseia em evidências científicas (FREITAS, 2018).

A Quadro 3 sintetiza as principais funções ecológicas atribuídas às matas ciliares, com destaque para as evidências quantitativas e os parâmetros operacionais extraídos da literatura revisada. Nota-se que a largura mínima da faixa ripária varia conforme a função ecológica de interesse: enquanto 3m já são suficientes para uma filtragem básica de nutrientes, a conservação da avifauna demanda faixas de até 144 m (Lind et al., 2019). O sequestro de



carbono, por sua vez, atinge estoques de 68–158 Mg C/ha em florestas ripárias maduras (Dybala et al., 2019), reforçando o papel desses ecossistemas como sumidouros de carbono de relevância climática.

O Quadro 3 apresenta ainda uma síntese ampliada das funções ecológicas atribuídas às matas ciliares, organizada em seis dimensões: função, evidência quantitativa, métrica operacional, contexto geográfico, implicação para manejo e fonte primária. Além das sete funções básicas, seis funções complementares frequentemente reportadas na literatura sobre ecossistemas ripários foram inseridas (regulação térmica, controle de sedimentos, conectividade de habitat, provisão para fauna aquática, ciclo hidrológico e aporte de matéria orgânica), sendo oferecida uma visão integrada dos serviços ecossistêmicos prestados.

Quadro 3: Funções ecológicas de ecossistemas ripários, evidências quantitativas e implicações para manejo

Função ecológica	Evidência quantitativa principal	Métrica / parâmetro	Contexto geográfico	Implicação para manejo e política	Referência
Filtragem de nutrientes	Faixa de 3 m já atua como filtro básico de nutrientes	Largura mínima: 3 m	Estudos em bacias agrícolas temperadas	APP de largura mínima pode ser efetiva para filtragem básica	Lind et al. (2019)
Remoção de nitrogênio	Faixas >50 m removem N de forma mais consistente que <75 m	Largura mínima: 50 m	Bacias com uso agrícola intensivo	Larguras maiores que o Código Florestal podem ser necessárias para remoção de N	Mayer et al. (2007)
Diversidade florística	Necessária faixa de 24 m para alta diversidade de plantas	Largura mínima: 24 m	Florestas ripárias do hemisfério norte	Larguras menores que 24 m podem comprometer a diversidade vegetal	Lind et al. (2019)
Diversidade de aves	Necessária faixa de 144 m para conservação da avifauna	Largura mínima: 144 m	Paisagens florestadas temperadas	Políticas de conservação devem prever faixas amplas para aves	Lind et al. (2019)
Estabilização de margens	Redução da probabilidade de ruptura de massa por reforço radicular	Reforço mecânico das raízes	Encostas fluviais em múltiplos biomas	Restauração deve priorizar espécies de raiz profunda e fibrosa	Hubble, Docker & Rutherford (2010)
Biodiversidade animal	32% mais espécies de referência em faixas florestadas vs.	Comparação relativa (%)	Bioma Cerrado / Amazônia (Brasil)	Conversão de matas ciliares reduz significativamente a	Dala-Corte et al. (2026)





Função ecológica	Evidência quantitativa principal	Métrica / parâmetro	Contexto geográfico	Implicação para manejo e política	Referência
	convertidas			fauna	
Sequestro de carbono	Estoque de 68–158 Mg C/ha em biomassa de floresta ripária madura	Mg C/ha	Amazônia, Pacífico NW, Califórnia	Matas ciliares são sumidouros de carbono relevantes para políticas climáticas	Dybala et al. (2019)
Regulação térmica de cursos d'água	Restauração do sombreamento ripário reduz temperatura média em 0,62 °C em 18 meses	ΔT : 0,02–2,08 °C	Bacia do rio Columbia, EUA (78,195 km ²)	Sombreamento é crítico para manutenção de comunidades de peixes	Fuller et al. (2022)
Controle de sedimentos e erosão	Buffers de 30 m retêm 84–90% dos sedimentos erodidos de campos agrícolas	Retenção: 84–90%	Planície costeira da Carolina do Norte, EUA	Largura do buffer deve ser ajustada à declividade do terreno	Lowrance et al. (1986); Cooper et al.
Conectividade de habitat / corredores	Corredores ripários florestados aumentam taxa de retorno de aves especialistas	Taxa de retorno / sucesso	Floresta tropical seca da Costa Rica	Corredores ripários são estratégicos para planos de conservação	Gillies & St. Clair (2008)
Provisão de habitat para fauna aquática	Cobertura ripária arborizada explica ~1/3 da variação em IBI e riqueza de espécies	IBI e riqueza de espécies	Bacia do rio Minnesota, EUA	Qualidade da água e integridade da vegetação ripária são preditores relevantes	Stauffer et al. (2000)
Ciclo hidrológico e recarga de aquíferos	Infiltração no leito fluvial é maior em sistemas perenes; vegetação ripária influencia o fluxo	Infiltração / recarga	Rios intermitentes e efêmeros em regiões áridas	Manutenção da vegetação natural sustenta o regime hidrológico local	Dunker et al. (2020)
Aporte de matéria orgânica (teia trófica)	Florestas ripárias aumentam biomassa de fungos aquáticos e condicionamento foliar	Biomassa fúngica / decomposição	Rios de cabeceira temperados e tropicais	Preservação da serrapilheira e da biodiversidade arbórea é essencial para a teia trófica	Bruder et al. (2021)

Fonte: Dados compilados de literatura citada no quadro sobre ecossistemas ripários.

Nota: N/A = não aplicável; Mg C/ha = megagramas de carbono por hectare; ΔT = variação de temperatura; IBI = Index of Biotic Integrity; APP = Área de Preservação Permanente. A tabela inclui as funções originalmente identificadas na revisão (linhas 1–7) e funções complementares identificadas na literatura (linhas 8–13). IBI = Index of Biotic Integrity; ΔT = variação de temperatura; APP = Área de Preservação Permanente.





Exemplos de funções adicionais (LOWRANCE et al., 1984; COOPER; TESTA, 1988; STAUFFER et al., 2000; GILLIES; ST. CLAIR, 2008; BRUNNER et al., 2020; FULLER et al., 2022; BRUDER et al., 2024) são: o sombreamento da copa reduz variação de temperatura; remoção da vegetação pode elevar a temperatura em até 10 °C; buffers de ~50 m retêm a maior parte dos sedimentos de encostas; corredores ripários conectam fragmentos florestais em paisagens fragmentadas; áreas protegidas apresentam duas vezes e meia mais riqueza de espécies que áreas degradadas; vegetação ripária aumenta infiltração e recarga por dissipação de energia das cheias; serapilheira e detritos lenhosos constituem a base energética da teia trófica aquática.

O Quadro 3 sistematiza as principais funções ecológicas das matas ciliares com eficiências quantificadas para cada bioma e referências completas. Os dados demonstram que a retenção de sedimentos varia de 63% a 99% conforme a largura do buffer, enquanto a filtragem de nutrientes (fósforo e nitrogênio) apresenta eficiência de 19% a 100%. O sequestro de carbono acima do solo atinge $72,76 \pm 7,87$ Mg C/ha em florestas ripárias da Califórnia (DYBALA et al., 2019).

DISCUSSÃO

A presente sistematização do estudo, de forma comparativa, traz os principais resultados quantitativos extraídos da literatura revisada, por meio de quadros e de gráficos elaborados a partir dos dados reportados nos estudos originais.

A seguir, no Quadro 4 são mostrados exemplos de espécies indicadas para recuperação de mata ciliar no Brasil e suas especificações quanto à largura mínima para serem eficientes. Fabaceae predominam com 14,5% de espécies pioneiras majoritariamente zoocóricas (72%) conforme discutido por Pereira et al. (2010).





Quadro 4: Exemplos de espécies indicadas para recuperação de mata ciliar no Brasil.

Espécie	Grupo ecológico	Síndrome de dispersão	Referência / região
<i>Parapiptadenia rigida</i>	Facilitadora / pioneira	Autocórica	Avila et al. (2011) – RS
<i>Ateleia glazioviana</i>	Facilitadora / pioneira	Anemocórica	Avila et al. (2011) – RS
<i>Dalbergia frutescens</i>	Facilitadora	Anemocórica	Avila et al. (2011) – RS
<i>Helietta apiculata</i>	Facilitadora	Anemocórica	Avila et al. (2011) – RS
<i>Pinus elliottii</i> var. <i>densa</i>	Espécie exótica comercial / adaptada a solo hidromórfico	Anemocórica	Estação Exp. Assis (SP)

Fonte: Elaborada pelos autores com base em Avila et al. (2011); Pereira et al. (2010).

Hidrologicamente, o ecossistema ripário desempenha funções fundamentais: estabilização das ribanceiras pelo desenvolvimento e manutenção de emaranhado radicular; atuação como tampão e filtro entre terrenos mais altos e o ecossistema aquático; participação no controle do ciclo de nutrientes na bacia hidrográfica; diminuição e filtragem do escoamento superficial, impedindo o carreamento de sedimentos; integração com a superfície da água, proporcionando cobertura e alimentação para peixes e fauna aquática; e interceptação e absorção de radiação solar, contribuindo para a estabilidade térmica dos cursos d'água (LIMA, 1989 apud PEQUENO et al., s.d.).

As matas ciliares funcionam como barreira natural, cujos sistemas radiculares além de exercerem função de sustentação, absorção de nutrientes e melhoria no aporte de carbono orgânico, interferem na estruturação do solo em função dos exsudados orgânicos liberados, enquanto a parte aérea contribui com proteção contra o impacto direto das gotas de chuva no solo (PEQUENO et al., s.d.).

As matas ciliares possuem importante função na retenção de sedimentos e filtragem de nutrientes. Hook (2003) demonstrou que a retenção de sedimentos em buffers ripários é





fortemente afetada pela largura do buffer e moderadamente pelo tipo de vegetação e declividade, com retenção média variando de 63% a mais de 99%, sendo que buffers de 6 m de largura apresentaram 94% a 99% de retenção independentemente do tipo vegetacional ou declividade.

A eficiência das zonas tampão ripárias na retenção de fósforo foi documentada por Uusi-Kämpä et al. (2000), que encontraram redução de 27% a 97% nas cargas de fósforo total em escoamento agrícola. Schmitt, Dosskey e Hoagland (1999) relataram que buffers ripários nos Estados Unidos reduziram concentrações de fósforo total em 55% a 79% e fósforo dissolvido em 19% a 43%.

Estudos demonstram que buffers florestados de 38 m de largura podem remover até 78% de nitratos e 52% de amônio das águas subterrâneas, enquanto buffers mais estreitos (5–10 m) alcançam 85% a 99% de remoção de nitrato sob condições específicas (DINCA; MURARIU; LUPOAE, 2025).

O ciclo do carbono envolve processos vitais que movem o elemento entre o ar, a terra, a água e os seres vivos. Os principais são a fotossíntese (que retira o gás carbônico do ar), a respiração e a decomposição (que o devolvem), além da combustão e dos processos geológicos.

Os principais processos biológicos da natureza são:

> Fotossíntese: Plantas, algas e bactérias capturam o gás carbônico (CO₂) do ar ou da água para produzir energia e crescer, transformando o carbono inorgânico em matéria orgânica.

> Respiração celular: Homens, animais, plantas e outros seres vivos consomem oxigênio e liberam gás carbônico de volta para a atmosfera como resultado da produção de energia.

> Decomposição: Fungos e bactérias consomem restos de plantas e animais mortos, liberando carbono para o solo, a água e o ar na forma de CO₂ ou metano.

Processos físicos, químicos e humanos envolvidos são:





> Combustão: A queima de materiais orgânicos e de combustíveis fósseis (como carvão e petróleo) joga grandes quantidades de gás carbônico na atmosfera rapidamente.

> Dissolução nos oceanos: O CO₂ do ar se dissolve na água do mar, onde pode ser usado por seres marinhos para formar suas conchas e esqueletos ou ir para o fundo do oceano.

> Ciclo geológico: Movimentos da Terra e o calor interno transformam restos soterrados em rochas ou liberam gás carbônico através de vulcões após milhares de anos.

Na atmosfera, o “sequestro de carbono” corresponde à captura e ao armazenamento do dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera. Os principais organismos envolvidos são plantas terrestres (árvores), fitoplâncton, algas marinhas, bactérias e fungos do solo. Os processos centrais incluem fotossíntese, fixação microbiana, formação de húmus e sedimentação oceânica.

As ações dos principais organismos são:

> Árvores e Plantas: Absorvem CO₂ para formar troncos, folhas e raízes.

> Fitoplâncton e Algas: Realizam o sequestro nos oceanos através da camada superficial de água.

> Microrganismos (Fungos e Bactérias): Estabilizam o carbono orgânico no solo e formam compostos complexos.

Quanto aos principais processos envolvidos:

> Fotossíntese: Conversão de gás carbônico e luz solar em biomassa e oxigênio.

> Formação de Matéria Orgânica e Húmus: Acúmulo estável de carbono nas camadas do solo.

> Sedimentação Marinha: Precipitação de restos orgânicos e carbonatos no fundo dos oceanos.

> Captura Geológica (Artificial): Tecnologia humana para injetar CO₂ capturado em reservatórios subterrâneos.

Para aumentar o sequestro de carbono retirando o gás carbônico da atmosfera, as principais formas envolvem métodos naturais tais como o manejo de florestas e de solos, além





de tecnologias industriais de captura direta. A combinação dessas abordagens ajuda a combater as mudanças climáticas.

As matas ciliares apresentam potencial significativo para o sequestro de carbono que deve ser aproveitado. Dybala et al. (2019), em meta-análise global, demonstraram que o investimento em restauração florestal ripária pode ser uma estratégia valiosa para contribuir com metas urgentes de mitigação das mudanças climáticas, além de promover conservação da biodiversidade e serviços ecossistêmicos. O estudo indicou que, por unidade de área, as florestas ripárias podem armazenar maiores reservas de carbono e sequestrar mais carbono que florestas de terra firme, devido às condições de umidade do solo.

Maraseni e Mitchell (2016) avaliaram o potencial de sequestro de carbono em zonas ripárias na Austrália, destacando o papel desses ecossistemas no contexto das mudanças climáticas. O'Kelley et al. (2025) demonstraram que a restauração da cobertura florestal ripária aumenta os estoques de carbono no noroeste do Pacífico, com implicações diretas para políticas de mitigação climática.

As florestas ripárias cobrem e sombreiam riachos, moderando a temperatura da água em benefício da vida aquática. A produção de serapilheira das árvores é importante para as teias alimentares e produção dos riachos (GUNDERSEN et al., 2010). A cobertura vegetal reduz a erosão e estabiliza as margens dos cursos d'água, enquanto a vegetação pendente fornece alimento e habitat para peixes e outros componentes da fauna aquática (PEQUENO et al., s.d.). Ou seja, promove regulação térmica e dá suporte ao habitat aquático.

As matas ciliares têm sido incluídas em programas de pagamento por serviços ambientais (PSA), especialmente vinculados aos recursos hídricos. Altmann (2008) discutiu a estratégia de pagamento por serviços ecológicos como instrumento para restauração e preservação da mata ciliar no Brasil. Atualmente, projetos que unem restauração de matas ciliares com neutralização de carbono têm crescido, com empresas financiando projetos de restauração florestal para obtenção de selos de neutralidade de carbono (IPAM, 2011).

A aplicação de matas ciliares na gestão de bacias hidrográficas é reconhecida globalmente. Barth e Döll (2016) desenvolveram abordagem em cascata para avaliar o serviço





ecossistêmico de proteção contra enchentes em florestas ripárias. Verdonschot e Verdonschot (2023) discutiram o papel da restauração de riachos no aumento dos serviços ecossistêmicos, incluindo a zonação da área ripária.

Os sistemas agroflorestais em áreas ciliares representam aplicação prática que concilia produção agrícola com conservação ambiental. Buchanan et al. (2020) investigaram a diversidade vegetal e a função do agroecossistema em agroflorestas ripárias, demonstrando que esses sistemas podem fornecer serviços ecossistêmicos enquanto funcionam como transição de uso do solo. A Mata Ciliar Multifuncional (MCMult) foi proposta como metodologia para conciliar restauração ecológica, serviços ecossistêmicos e geração de renda no contexto local da agricultura familiar (SILVA, 2019).

A análise conjunta dos dados sistematizados nas figuras e quadros evidencia um padrão consistente na literatura: não existe uma largura única de faixa ripária capaz de maximizar simultaneamente todas as funções ecológicas da mata ciliar. Enquanto a filtragem básica de nutrientes e a remoção parcial de sedimentos podem ser alcançadas com faixas relativamente estreitas (da ordem de poucos metros a algumas dezenas de metros), a conservação de grupos faunísticos de maior mobilidade — como aves e mamíferos — demanda faixas substancialmente mais largas, frequentemente superiores a 100 metros. Esse padrão reforça a necessidade de que a definição de larguras mínimas legais, como as estabelecidas pelo Código Florestal Brasileiro, mostrado no quadro, seja compreendida como um piso normativo, e não necessariamente como parâmetro suficiente para a manutenção de todos os serviços ecossistêmicos associados à mata ciliar. Há que ser sempre pensada a relação entre a largura necessária para a função ecológica *versus* a largura estabelecida pela legislação para que as ações sejam efetivas.

As matas ciliares funcionam como corredores ecológicos essenciais para a manutenção e conservação da biodiversidade. Warren et al. (2016) investigaram a relação entre o desenvolvimento do povoamento florestal ripário e a função do ecossistema em cabeceiras temperadas, demonstrando que a recuperação da floresta ripária promove o retorno gradual da biodiversidade. Hanna et al. (2020) evidenciaram que o uso do solo e a cobertura vegetal





influenciam diretamente a capacidade dos riachos e suas zonas ripárias de fornecer serviços ecossistêmicos e abrigar biodiversidade.

No Brasil, a recuperação de áreas degradadas visando a recuperação de matas ciliares é realizada mediante diversas técnicas: isolamento da área com regeneração natural; plantio convencional de espécies florestais nativas; sistemas agroflorestais (Taungya); e nucleação por transposição do banco de sementes do solo (FREITAS, 2018). O sistema Taungya, que consorcia espécies florestais nativas com culturas agrícolas, demonstrou-se economicamente viável, com a receita agrícola correspondendo a 32% do custo total do sistema consorciado em estudo no estado de São Paulo (DARONCO; MELO; DURIGAN, 2012 apud FREITAS, 2018).

A restauração ecológica de matas ciliares constitui uma das principais aplicações práticas desses ecossistemas. Shimamoto et al. (2018), em meta-análise global sobre restauração de serviços ecossistêmicos em florestas tropicais, demonstraram que a restauração florestal aumenta significativamente a provisão de serviços ecossistêmicos. Carlucci e Brancalion (2020) discutiram o uso de atributos funcionais de espécies como indicadores de sucesso na restauração de matas ciliares perante a superioridade das matas ciliares preservadas ou restauradas em todos os serviços ecossistêmicos avaliados: biodiversidade (+57 pontos), qualidade da água (+46), sequestro de carbono (+60), regulação térmica (+63), estabilidade de ribanceiras (+65), produção de serapilheira (+64) e conectividade de habitat (+68).

No contexto brasileiro, a recuperação de nascentes e matas ciliares é estratégia efetiva de segurança hídrica, produzindo benefícios mensuráveis como aumento da vazão de nascentes, melhoria da qualidade da água e redução de processos erosivos (SILVA; FREIRE; CORREA, 2025).

Em nível internacional, exemplos de manejo de mata ciliar incluem os programas de faixas de proteção obrigatórias (“buffer strips”) da região noroeste dos Estados Unidos, voltados à conservação de peixes salmónídeos por meio da regulação térmica dos cursos d'água, bem como os programas de reflorestamento ripário da Costa Rica, país cuja legislação





exige faixas mínimas de 15 metros de largura ao longo de cursos d'água, servindo de referência internacional para a conciliação entre produção agrícola e proteção da qualidade da água.

Pesquisa global liderada por Princeton (2026) demonstrou que buffers florestados ripários suportam consistentemente maiores níveis de biodiversidade que áreas comparáveis onde as zonas ripárias foram convertidas para uso humano, com benefícios evidentes tanto para espécies terrestres (aves, mamíferos, anfíbios) quanto para organismos aquáticos.

A educação ambiental integrada a projetos de recuperação de matas ciliares demonstra efetividade quando associada a ações práticas de restauração, promovendo engajamento comunitário e sustentabilidade de longo prazo das intervenções (AQUINO; SANT'ANA; SANTOS, 2024 apud SILVA; FREIRE; CORREA, 2025). A gestão ambiental de áreas ciliares exige integração entre gestão administrativa (legislação e fiscalização), gestão gerencial (uso sustentável e funções ecológicas) e gestão operacional (ações de campo e monitoramento) (PECHE FILHO, 2025).

No Brasil, no domínio do Cerrado, experimento conduzido na Estação Experimental de Assis (SP) avaliou a recomposição da cobertura florestal de mata ciliar por meio do plantio de vinte espécies arbóreas, agrupadas em nove tratamentos distintos, tendo sido constatado, nove anos após o plantio, que o plantio puro de espécies com maior adaptabilidade a solos com lençol freático superficial apresentou as mais elevadas taxas de sobrevivência, cobertura de copas e crescimento entre os tratamentos avaliados.

No domínio da Mata Atlântica, no Sul do país, levantamento florístico do estrato arbóreo de fragmentos de floresta ciliar realizado no Rio Grande do Sul (bacia do Rio Ijuí) identificou 38 espécies distribuídas em vinte famílias botânicas, com a formação de agrupamentos florísticos correspondentes a diferentes estágios sucessionais, tendo sido recomendadas espécies como *Ateleia glazioviana*, *Helietta apiculata*, *Dalbergia frutescens* e *Parapiptadenia rigida* como facilitadoras do processo de sucessão ecológica em áreas a serem restauradas.





Em Santa Catarina, no município de Alfredo Wagner, caracterização fitossociológica e fitogeográfica de um trecho de floresta ciliar situado às margens de afluente do Rio Caeté subsidiou a comparação da flora local com outras formações florestais do estado, incluindo a Floresta Ombrófila Mista, a Floresta Ombrófila Densa e áreas de transição entre ambas.

Em Minas Gerais, na bacia do Rio Cedro, no município de Montes Claros, levantamento florístico de três fragmentos de floresta ciliar identificou 53 espécies distribuídas em 46 gêneros e 22 famílias, subsidiando diretamente a seleção de espécies para a recomposição da vegetação ao longo do referido curso d'água.

Já na Amazônia brasileira, análises comparativas de projetos de recuperação de matas ciliares implementados na região amazônica e em outros estados brasileiros (Minas Gerais e São Paulo) têm evidenciado desafios específicos relacionados à regularização fundiária, à assistência técnica e ao acompanhamento de termos de ajuste de conduta firmados com proprietários rurais para a recuperação de Áreas de Preservação Permanente degradadas.

Por todos estes motivos acima descritos, a evolução temporal quanto à busca e evidências científicas sobre matas ciliares e suas funções vem se tornando crescente com tendência exponencial de crescimento das publicações indexadas, com destaque para marcos científicos como Uusi-Kämpä et al. (2000) sobre filtragem de fósforo, Gundersen et al. (2010) sobre serviços ambientais nórdicos, Dybala et al. (2019) com a primeira meta-análise global de sequestro de carbono, Riis et al. (2020) com visão global de serviços ecossistêmicos, Hua et al. (2022) publicado na Science sobre biodiversidade, e Dinca, Murariu e Lupoae (2025) sobre padrões globais.

Todas estas informações auxiliam na tomada de decisão por parte de gestores ambientais e pesquisadores, gerando ainda projetos de restauração, como mostrado no Quadro 4:





Quadro 4: Exemplos de projetos de restauração de matas ciliares no Brasil e no mundo.

Local / Bioma	Técnica de restauração	Principais resultados	Ano de publicação	Referência
Rio Paraíba do Sul, RJ (Mata Atlântica)	Sistema Taungya (agroflorestal)	Melhor resultado entre 4 modelos testados; receita agrícola = 32% do custo	2018	Freitas (2018)
Assis, SP (Cerrado)	Plantio de espécies nativas + monitoramento	Diferenças estruturais persistentes após 12 anos de restauração	2013	Daronco, Melo e Durigan (2013)
Alcântara, MA (Amazônia Oriental)	Nucleação + conhecimento tradicional	24 espécies arbóreas, 510 ind./ha, alto consenso comunitário	2014	Schmidt et al. (2014)
Condamine Catchment, QLD (Austrália)	Reflorestamento ripário com espécies nativas	Potencial de sequestro de C avaliado para políticas climáticas	2016	Maraseni & Mitchell (2016)
Tarim River Watershed (Nordeste da China)	Revegetação com Populus euphratica	Primeira estimativa de estoque de C de P. euphratica na região	2018	Arshad et al. (2018)
Norte da Europa (Floresta Neotropical)	Manejo florestal sem colheita em zonas ripárias	Serviços de proteção da água, ciclo de nutrientes e sequestro de C	2010	Gundersen et al. (2010)
João Monlevade, MG (Mata Atlântica)	Avaliação da qualidade da mata ciliar urbana	Comprometimento da qualidade e funções hidrológicas em área urbana	2024	Aguiar, Tavares e Alvarenga (2024)
Itapiranga, SC (Mata Atlântica)	Restauração ativa com espécies nativas	Recuperação de funções eco-hidrológicas do riacho	2022	Santos (2022)
Pádua, Itália (Europa)	Mapeamento de 60 anos de sequestro de C	Estratégia urbana para aumentar sumidouros de carbono	2023	Peroni et al. (2023)
Chhattisgarh, Índia (Floresta tropical)	Avaliação de biomassa e estoque de carbono	Potencial de mitigação de CO ₂ quantificado para a região	2021	Kujur et al. (2021)

Fonte: Dados compilados de PubMed, Scopus, Web of Science, ScienceDirect e repositórios institucionais brasileiros.

Nota: ind./ha = indivíduos por hectare; C = carbono; CO₂ = dióxido de carbono.





O Quadro 4 compilou 10 projetos de restauração em diferentes biomas e continentes, incluindo o sistema Taungya no Rio Paraíba do Sul (FREITAS, 2018), monitoramento de longo prazo em Assis, SP (DARONCO; MELO; DURIGAN, 2013), integração de conhecimento tradicional na Amazônia Oriental (SCHMIDT et al., 2014), avaliação de estoques de carbono na Austrália (MARASENI; MITCHELL, 2016) e na China (AISHAN et al., 2018), e estratégias urbanas na Itália (PERONI et al., 2023).

Para finalizar, como limitações do presente estudo, cabe destacar que a revisão não empregou métodos estatísticos formais de meta-análise, tampouco protocolo PRISMA completo com dupla checagem independente de revisores, características típicas de revisões sistemáticas quantitativas. Recomenda-se, para estudos futuros, a condução de meta-análises quantitativas específicas para o contexto brasileiro, especialmente quanto à relação entre largura de faixa ripária e a efetiva provisão de serviços ecossistêmicos em diferentes biomas nacionais, tema ainda pouco explorado quando comparado à extensa literatura disponível para a América do Norte e a Europa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão sistemática da literatura científica publicada entre 2000 e 2026 permitiu consolidar um panorama abrangente sobre a definição, a importância, as funções, os empregos e as aplicações da mata ciliar. Os resultados evidenciam que a mata ciliar constitui um ecótono (zona de transição ecológica) de reconhecida relevância ecológica, hidrológica e social, cuja preservação e restauração produzem benefícios que extrapolam os limites estritos da faixa marginal protegida, alcançando escalas de bacia hidrográfica e de paisagem.

Do ponto de vista das funções ecológicas, verificou-se que a mata ciliar contribui simultaneamente para a regulação hidrológica, a estabilização de margens, a filtragem de nutrientes e sedimentos, a regulação térmica dos cursos d'água, a manutenção da biodiversidade e da conectividade ecológica, e para o sequestro de carbono. Contudo, a magnitude de cada uma dessas funções varia conforme a largura da faixa de vegetação





preservada, não havendo, portanto, um valor único de largura mínima capaz de maximizar todos os serviços ecossistêmicos associados.

No que diz respeito aos empregos e às aplicações práticas, destaca-se o papel da mata ciliar na restauração ecológica de áreas degradadas, na regularização ambiental de imóveis rurais conforme o Código Florestal brasileiro, no planejamento territorial de bacias hidrográficas e em esquemas de pagamento por serviços ambientais. A seleção de espécies para fins de restauração, fundamentada em grupos ecológicos e síndromes de dispersão, mostra-se determinante para o sucesso dos projetos de recomposição florestal ripária.

Por fim, conclui-se que a manutenção e a restauração das matas ciliares devem ser tratadas como prioridade estratégica nas políticas públicas de gestão de recursos hídricos, conservação da biodiversidade e mitigação das mudanças climáticas pelo sequestro de carbono, sendo recomendável que a definição de larguras de faixa marginal, tanto em nível normativo quanto em projetos específicos de restauração, considere explicitamente os múltiplos serviços ecossistêmicos que se pretende assegurar.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a parceria interdisciplinar voluntária dos diversos profissionais envolvidos no Projeto de Saúde Ambiental, Parasitologia e Bioética. Declaram não haver conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

AISHAN, T. et al. **Biomass carbon sequestration potential by riparian forest in the Tarim River Watershed, Northwest China: implication for the mitigation of climate change.** *Forests*, Basel, v. 9, n. 4, p. 196, 2018. <https://doi.org/10.3390/f9040196>.

ALBUQUERQUE, L. B. et al. **Restauração ecológica de matas ripárias: uma questão de sustentabilidade.** Embrapa Cerrados: Documentos, Planaltina, DF, n. 295, 2010.





ALTMANN, A. **Pagamento por serviços ecológicos: uma estratégia para a restauração e preservação da mata ciliar no Brasil?** 2008. 85 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Direito) — Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2008.

ARAÚJO, J. C. L.; MARTENSEN, A. C. **restauraRapp: an R package to subsidize forest restoration planning in Riparian Permanent Preservation Areas (PPAs).** *Biota Neotropica*, v. 25, n. 1, e20241666, 2025.

AUBIN, I. et al. **Restoring forest ecosystem services through trait-based ecology.** *Environmental Reviews*, Ottawa, v. 32, n. 1, p. 1–19, 2024. <https://doi.org/10.1139/er-2023-0130>

AVILA, A. L. de; ARAUJO, M. M.; LONGHI, S. J.; GASPARIN, E. **Caracterização da vegetação e espécies para recuperação de mata ciliar, Ijuí, RS.** *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 251-260, 2011.

BARBOSA, J. M. et al. **Trajetória de restauração ecológica na Reserva Particular do Patrimônio Natural Parque Florestal São Marcelo, Mogi-Guaçu, SP, entre 1999 e 2019.** *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 1–15, 2021.

BARTH, N. C.; DÖLL, P. **Assessing the ecosystem service flood protection of a riparian forest by applying a cascade approach.** *Ecosystem Services*, Amsterdam, v. 20, p. 69–79, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.06.010>

BASKERVILLE, M. et al. **Greenhouse gas emissions from riparian zones are related to vegetation type and environmental factors.** *Journal of Environmental Quality*, Madison, v. 50, n. 5, p. 1–12, 2021. <https://doi.org/10.1002/jeq2.20250>

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências.** *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 28 maio 2012.

BRUDER, A. et al. **Riparian leaf litter diversity enhances aquatic fungal biomass and detritus conditioning.** *Functional Ecology*, Oxford, v. 38, n. 3, p. 612–625, 2024. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.14489>

BRUNNER, P. et al. **Groundwater–surface water interactions in intermittent rivers: the role of riparian vegetation.** *Water Resources Research*, Washington, v. 56, n. 8, p. e2020WR027456, 2020. <https://doi.org/10.1029/2020WR027456>





BRUNO, H. B. **Práticas de recuperação de mata ciliar em bacias hidrográficas.** 2014. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) — Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

BUCHANAN, S. W. et al. **Plant diversity and agroecosystem function in riparian agroforests: providing ecosystem services and land-use transition.** Sustainability, Basel, v. 12, n. 2, p. 568, 2020. <https://doi.org/10.3390/su12020568>

CAMPOS, J. C.; LANDGRAF, P. R. C. **Análise da regeneração natural de espécies florestais em matas ciliares de acordo com a distância da margem do lago.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 143-151, 2001.

CARLUCCI, M. B.; BRANCALION, P. H. S. et al. **Functional traits and ecosystem services in ecological restoration.** Restoration Ecology, Hoboken, v. 28, n. 6, p. 1–12, 2020. <https://doi.org/10.1111/rec.13279>

CASTELLANO, C. et al. **Environmental drivers for riparian restoration success and ecosystem services supply in Mediterranean agricultural landscapes.** Agriculture, Ecosystems & Environment, Amsterdam, v. 338, p. 108–122, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108122>

CELENTANO, D. et al. **Degradation of riparian forest affects soil properties and ecosystem services provision in eastern Amazon of Brazil.** Land Degradation & Development, Hoboken, v. 28, n. 7, p. 2198–2210, 2016. <https://doi.org/10.1002/ldr.2547>

CHAVES, C. L.; MANFREDI, C. S. **Arbóreas medicinais das matas ciliares do Rio Canoas: potencialidade de uso em projetos de restauração.** Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v. 12, n. 3, p. 322-332, 2010.

COOPER, C. M.; TESTA, S. **Cesium-137 sediment deposition in riparian zones.** Journal of Environmental Quality, Madison, v. 17, n. 3, p. 493–497, 1988. <https://doi.org/10.2134/jeq1988.00472425001700030022x>

DALA-CORTE, R. B. et al. **Assessing the effectiveness of riparian buffers in protecting biodiversity: a meta-analysis.** Nature Communications, v. 17, e4155, 2026. <https://doi.org/10.1038/s41467-026-70191-y>





DALA-CORTE, R. B. et al. **Thresholds of freshwater biodiversity in response to riparian vegetation loss in the Neotropical region.** *Journal of Applied Ecology*, v. 57, p. 1391–1402, 2020.

DARONCO, C.; MELO, A. C. G.; DURIGAN, G. **Ecosistema em restauração versus ecossistema de referência: estudo de caso da comunidade vegetal de mata ciliar em região de Cerrado, Assis, SP, Brasil.** *Hoehnea*, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 485–498, 2013. <https://doi.org/10.1590/S2236-8906-2013000300008>

DE CARLO, N. D.; OELBERMANN, M.; GORDON, A. M. **Carbon dioxide emissions: spatiotemporal variation in a young and mature riparian forest.** *Ecological Engineering*, Amsterdam, v. 138, p. 1–10, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2019.08.005>

DINCA, L.; MURARIU, G.; LUPOAE, M. **Understanding the ecosystem services of riparian forests: patterns, gaps, and global trends.** *Forests*, Basel, v. 16, n. 6, p. 947, 2025. <https://doi.org/10.3390/f16060947>

DOUNTCHEV, A.; DIMOVA, D.; DIMITROV, M. **Riparian forests: benefits, present condition, conservation.** Sofia: WWF-Bulgaria, 2017. Disponível em: https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/krairechnite_gori_brochure_en_low_res.pdf. Acesso em: 10 ago. 2026.

DUFOUR, S.; RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, P. M.; LASLIER, M. **Tracing the scientific trajectory of riparian vegetation studies: main topics, approaches and needs in a globally changing world.** *Science of the Total Environment*, v. 653, p. 1168–1185, 2019.

DURÃES, M. C. O.; SALES, N. L.; D'ÂNGELO NETO, S.; FIGUEIREDO, M. A. P. **Levantamento florístico do estrato arbóreo de três fragmentos de floresta ciliar como subsídio à recomposição da vegetação do Rio Cedro, Montes Claros – MG.** *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 24, n. 1, p. 47–58, 2014.

DYBALA, K. E. et al. **Carbon sequestration in riparian forests: a global synthesis and meta-analysis.** *Global Change Biology*, Hoboken, v. 25, n. 1, p. 57–67, 2019. <https://doi.org/10.1111/gcb.14475>

DYBALA, K. E. et al. **Optimizing carbon storage and biodiversity co-benefits in reforested riparian zones.** *Journal of Applied Ecology*, Hoboken, v. 56, n. 2, p. 343–353, 2019a. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13272>





DYBALA, K. E.; MATZEK, V.; GARDALI, T.; SEAVY, N. E. **Carbon sequestration in riparian forests: a global synthesis and meta-analysis.** *Global Change Biology*, v. 25, n. 1, p. 57-67, 2019b.

FONSECA, D. A. et al. **Avaliação da regeneração natural em área de restauração ecológica e mata ciliar de referência.** *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 1–12, 2017. <https://doi.org/10.5902/1980509827654>

FREITAS, T. F. **Modelos para recuperação da floresta atlântica: estudo de caso da comunidade vegetal de mata ciliar em região de Cerrado.** 2018. 156 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) — Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2018.

FULLER, M. R. et al. **Restoring riparian shade mitigates stream temperature extremes.** *Restoration Ecology*, Hoboken, v. 30, n. 5, p. e13625, 2022. <https://doi.org/10.1111/rec.13625>

GILLIES, C. S.; ST. CLAIR, C. C. **Riparian corridors promote movement of a forest specialist bird in fragmented tropical forest.** *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Washington, v. 105, n. 50, p. 19774–19779, 2008. <https://doi.org/10.1073/pnas.0803530105>

GUNDERSEN, P. et al. **Environmental services provided from riparian forests in the Nordic countries.** *Ambio*, Stockholm, v. 39, n. 5–6, p. 555–566, 2010. <https://doi.org/10.1007/s13280-010-0073-9>

HABEL, J. C.; ULRICH, W. **Ecosystem functions in degraded riparian forests of southeastern Kenya.** *Ecology and Evolution*, Hoboken, v. 11, n. 15, p. 1–10, 2021. <https://doi.org/10.1002/ece3.8011>

HANNA, D. E. L. et al. **Effects of land use, cover, and protection on stream and riparian ecosystem services and biodiversity.** *Conservation Biology*, Hoboken, v. 34, n. 4, p. 1–12, 2020. <https://doi.org/10.1111/cobi.13348>

HOOK, P. B. **Sediment retention in rangeland riparian buffers.** *Journal of Environmental Quality*, Madison, v. 32, n. 3, p. 1130–1137, 2003. <https://doi.org/10.2134/jeq2003.1130>





HUA, F. et al. **The biodiversity and ecosystem service contributions and trade-offs of forest restoration approaches.** Science, Washington, v. 376, n. 6595, p. 1–8, 2022. <https://doi.org/10.1126/science.abl4649>

HUBBLE, T. C. T.; DOCKER, B. B.; RUTHERFURD, I. D. **The role of riparian trees in maintaining riverbank stability: A review of Australian experience and practice.** Ecological Engineering, Amsterdam, v. 36, n. 3, p. 292–304, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2009.11.014>

KUJUR, E. et al. **Biomass, carbon storage and CO2 mitigation potential of two riparian sites of northern Chhattisgarh, India.** Environmental Earth Sciences, Berlin, v. 80, n. 12, p. 1–15, 2021. <https://doi.org/10.1007/s12665-021-10019-8>

LAMB, D. **Undertaking large-scale forest restoration to generate ecosystem services.** Restoration Ecology, Hoboken, v. 26, n. 4, p. 1–8, 2018. <https://doi.org/10.1111/rec.12706>

LIND, L. et al. **Towards ecologically functional riparian zones: a meta-analysis to develop guidelines for protecting ecosystem functions and biodiversity in agricultural landscapes.** Journal of Environmental Management, Amsterdam, v. 249, e109391, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109391>

LOWRANCE, R. et al. **Riparian forests as nutrient filters in agricultural watersheds.** BioScience, Washington, v. 34, n. 6, p. 374–377, 1984. <https://doi.org/10.2307/1309734>

MARASENI, T. N.; MITCHELL, C. **An assessment of carbon sequestration potential of riparian zone of Condamine Catchment, Queensland, Australia.** Land Use Policy, Amsterdam, v. 54, p. 1–10, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.01.023>

MAYER, P. M. et al. **Meta-analysis of nitrogen removal in riparian buffers.** Journal of Environmental Quality, Madison, v. 36, n. 4, p. 1172–1180, 2007. <https://doi.org/10.2134/jeq2006.0462>

MAYER, P. M.; REYNOLDS JR., S. K.; MCCUTCHEN, M. D.; CANFIELD, T. J. **Meta-analysis of nitrogen removal in riparian buffers.** Journal of Environmental Quality, v. 36, n. 4, p. 1172–1180, 2007.





MOHAN, M. et al. **Restoring riparian ecosystems during the UN-Decade on Ecosystem Restoration: a global perspective.** Anthropocene Reviews, London, v. 9, n. 2, p. 1–20, 2022. <https://doi.org/10.1007/s44177-022-00009-1>

NAKAMURA, F. **Riparian forests and climate change: interactive zone of green and blue infrastructure.** In: NAKAMURA, F. et al. (Ed.). Green infrastructure and climate change adaptation. Singapore: Springer, 2022. p. 81–105.

O'KELLEY, R. et al. **Restoration of riparian forest cover increases carbon stocks in the Pacific Northwest.** Environmental Research Letters, Bristol, v. 20, n. 2, p. 1–12, 2025. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ade5bb>

PEQUENO, P. L. L. et al. **Importância das matas ciliares.** Infoteca-e, Embrapa Roraima, Boa Vista, s.d. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/703807/1/cpafro-6634-doc61.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2026.

PEREIRA, I. M.; BOTELHO, S. A.; BERG, E. van den; OLIVEIRA-FILHO, A. T. de; MACHADO, E. L. M. **Caracterização ecológica de espécies arbóreas ocorrentes em ambientes de mata ciliar, como subsídio à recomposição de áreas alteradas nas cabeceiras do Rio Grande, Minas Gerais, Brasil.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 235–253, 2010.

PERONI, F. et al. **Rethinking urban riparian ecosystems as a frontline strategy to counter climate change: mapping 60 years of carbon sequestration evolution in Padua, Italy.** Frontiers in Climate, Lausanne, v. 5, p. 1–15, 2023. <https://doi.org/10.3389/fclim.2023.1235886>

PRADO, R. B.; DAMASCENO, G. M. S. et al. **Overview of studies on ecosystem services in riparian zones: a systematic review.** Acta Limnologica Brasiliensia, Rio Claro, v. 34, p. 1–15, 2022. <https://doi.org/10.1590/S2179-975X2232>

RIIS, T. et al. **Global overview of ecosystem services provided by riparian vegetation.** BioScience, Oxford, v. 70, n. 6, p. 501–514, 2020. <https://doi.org/10.1093/biosci/biaa041>

RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação.** São Paulo: Edusp/Fapesp, 2000. 320 p.





SCARIOT, E. C.; TRES, D. R.; REIS, A. **Componente arbustivo-arbóreo de matas ciliares em restauração e remanescentes naturais inseridos em matriz silvícola, Rio Negrinho, SC.** *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 401-412, 2014.

SCHMITT, T. J.; DOSSKEY, M. G.; HOAGLAND, K. D. **Filter strip performance and processes for different vegetation, widths and contaminants.** *Journal of Environmental Quality*, Madison, v. 28, n. 5, p. 1479–1489, 1999.

<https://doi.org/10.2134/jeq1999.00472425002800050026x>

SHIMAMOTO, C. Y. et al. **Restoration of ecosystem services in tropical forests: a global meta-analysis.** *PLOS ONE*, San Francisco, v. 13, n. 12, p. 1–18, 2018.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208523>

SILVA, A. C. da; HIGUCHI, P.; NEGRINI, M.; GRUDTNER, A.; ZECH, D. F. **Caracterização fitossociológica e fitogeográfica de um trecho de floresta ciliar em Alfredo Wagner, SC, como subsídio para restauração ecológica.** *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 23, n. 4, p. 579-593, 2013.

SILVA, P. A. et al. **Recuperação de nascentes e matas ciliares como estratégia de proteção dos mananciais.** *Revista REGEO*, São José dos Pinhais, v. 16, n. 5, p. 1–15, 2025.

<https://doi.org/10.56238/revgeov16n5-278>

SILVA, T. B. **Matas ciliares multifuncionais: restauração ecológica, serviços ecossistêmicos e renda no contexto da agricultura familiar.** 2019. 189 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

SINGH, R.; TIWARI, A. K.; SINGH, G. S. **Managing riparian zones for river health improvement: an integrated approach.** *Landscape and Ecological Engineering*, v. 17, p. 195-223, 2021.

STAUFFER, J. C. et al. **Effects of riparian vegetation on fish communities in Minnesota streams.** *Journal of Freshwater Ecology*, Philadelphia, v. 15, n. 4, p. 525–536, 2000.

<https://doi.org/10.1080/02705060.2000.9663770>

TRES, D. R. et al. **Banco e chuva de sementes como indicadores para a restauração ecológica de matas ciliares.** *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 1–10, 2007.





UUSI-KÄMPPIÄ, J. et al. **Buffer zones and constructed wetlands as filters for agricultural phosphorus.** Journal of Environmental Quality, Madison, v. 29, n. 1, p. 190–198, 2000. <https://doi.org/10.2134/jeq2000.00472425002900010019x>

VAN LOOY, K. et al. **Analyzing riparian zone ecosystem services bundles to instruct river management.** Ecosystem Services & Management, Abingdon, v. 12, n. 4, p. 1–15, 2017. <https://doi.org/10.1080/21513732.2017.1365773>

VERDONSCHOT, P. F. M.; VERDONSCHOT, R. C. M. **The role of stream restoration in enhancing ecosystem services.** Hydrobiologia, Dordrecht, v. 850, n. 1, p. 1–20, 2023. <https://doi.org/10.1007/s10750-022-04918-5>

WARREN, D. R. et al. **Changing forests—changing streams: riparian forest stand development and ecosystem function in temperate headwaters.** Ecosphere, Washington, v. 7, n. 8, p. 1–15, 2016. <https://doi.org/10.1002/ecs2.1435>

YONGHONG, S. et al. **The biophysical climate mitigation potential of riparian forest ecosystems in arid Northwest China.** Science of the Total Environment, Amsterdam, v. 857, p. 1–12, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159591>

ZHU, Y. et al. **Post-flooding disturbance recovery promotes carbon capture in riparian zones.** Biogeosciences Discussions, Göttingen, v. 2023, p. 1–15, 2023. <https://doi.org/10.5194/bg-2022-175>

Recebido em: 12/08/2026

Aprovado em: 25/08/2026

Publicado em: 10/09/2026

