



CÓDIGO FLORESTAL

.....
por um debate pautado em ciência

CÓDIGO FLORESTAL

.....
por um debate pautado em ciência

COORDENAÇÃO GERAL: ANDRÉ LIMA

PESQUISA: NURIT BENSUSAN E LIAN RUSS

DEZEMBRO DE 2014

Realização:



Apoio:



Parceria:



SUMÁRIO

Resumo executivo	04
Introdução	06
Breve contexto histórico	08
O espírito do Código Florestal	12
Relação entre conservação de água, solos e floresta	14
Relação entre conservação da biodiversidade e da floresta	20
O caso dos anfíbios	26
O caso dos peixes	28
O caso das aves	30
O caso dos mamíferos	33
O caso dos répteis	37
O caso dos polinizadores	39
Novas tendências após as mudanças do código florestal	42
Análise de lacunas e oportunidades	42
Recomendações gerais	48
Recomendações específicas	49
Considerações finais	51
Banco de resumos	52
Bibliografia citada	71

RESUMO EXECUTIVO

As recentes mudanças no Código Florestal, a partir da aprovação da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, levantaram o debate sobre as bases científicas de seus dispositivos, principalmente em relação à extensão de áreas a serem mantidas ou recuperadas com cobertura vegetal natural. O presente estudo mostra, a partir da análise de dezenas de estudos científicos disponíveis, que, apesar de haver lacunas de conhecimento, as pesquisas e dados já acumulados sobre o assunto trazem fundamentos, que permitem inferir que:

- 1. As faixas de ripárias (matas ciliares), protegidas como áreas de preservação permanentes (APP), devem ser mais largas do que a legislação atual prevê; e*
- 2. As reservas legais são muito importantes como parte de uma estratégia mais ampla de conservação da biodiversidade e de restauração florestal em paisagens fragmentadas, críticas ou prioritárias.*

Há evidências científicas de diferentes regiões temperadas e tropicais, inclusive do Brasil, sobre o efeito da vegetação na regulação do ciclo hidrobiológico, tanto do ponto de vista de qualidade, como de quantidade de água. As florestas ripárias são componente fundamental na manutenção da integridade de ecossistemas aquáticos, que têm suas características físicas e químicas alteradas quando das mudanças do uso e da cobertura da terra no seu entorno.

Em relação à biodiversidade, há um conjunto relevante de pesquisas feitas no Brasil que mostram a importância das APP e de sua largura, bem como discute o tamanho e a conectividade das reservas legais. Um dos elementos de conectividade entre áreas naturais são os corredores, que em uma paisagem fragmentada podem significar a sobrevivência ou não de uma espécie local.

Entre os benefícios dos corredores já comprovados por pesquisa no Brasil, estão: a) o aumento da diversidade genética; b) o aumento da

conectividade da paisagem, possibilitando o uso de vários pequenos fragmentos remanescentes de habitat, que isoladamente não sustentariam as populações; c) a amenização dos efeitos da fragmentação; d) o aumento das possibilidades de restauração florestal; e e) o potencial de amenizar os impactos de mudanças climáticas, numa escala temporal mais ampla.

Apesar da maioria das pesquisas ter sido desenvolvida na Mata Atlântica, há dados para os outros biomas e para vários grupos taxonômicos, como árvores, anfíbios, aves e grandes e pequenos mamíferos. Os estudos mostram que, apesar de diversos fatores estarem relacionados com a eficiência das APP como elementos de conectividade na conservação da biodiversidade (tais como extensão, continuidade, qualidade dos ambientes e topografia), a largura é o mais importante deles.

A despeito desse cenário, há lacunas principalmente ligadas à escala dos estudos desenvolvidos, tanto espacial quanto temporal, como também no que concerne às espécies estudadas. Além disso, falta um conjunto de ferramentas que permita diminuir o tempo e a distância entre a produção do conhecimento ecológico e a tomada de decisão política.

Para além das recomendações específicas feitas neste documento, três recomendações mais gerais são fundamentais:

1. É necessário planejar o uso da terra, levando em consideração o conhecimento acumulado sobre a quantidade de vegetação natural que deve ser mantida numa paisagem, a importância do formato dos fragmentos e o desenho no qual estão dispostos na paisagem, e, por fim, em que tipo de matriz estão inseridos, ou seja, qual é o uso humano na paisagem alterada, aquela não coberta pela vegetação natural;
2. É urgente criar ou reforçar os mecanismos que possibilitem aproximar o conhecimento científico ecológico continuamente gerado e os processos de tomada de decisão administrativa e política que envolvam dinâmicas de uso da terra;
3. É essencial aproximar a sociedade dos resultados das pesquisas. ●

INTRODUÇÃO

As recentes mudanças no Código Florestal deixaram no ar a impressão de que os dispositivos que compunham a lei anterior, principalmente em relação à extensão de áreas a serem mantidas com cobertura vegetal natural, não possuíam uma base científica. Este levantamento tem a intenção de mostrar que as pesquisas ligadas ao tema no Brasil fornecem um sólido fundamento para o fortalecimento das áreas de preservação permanente e das reservas legais e a manutenção da cobertura vegetal natural nas propriedades rurais, em alguns casos, como determinava o antigo Código Florestal.

Isso não quer dizer que não há lacunas de conhecimento a serem preenchidas e novas linhas de pesquisa a serem desenvolvidas. É importante notar, porém, que as motivações para as mudanças na lei florestal brasileira não foram embasadas na falta de argumentos técnicos ou científicos para a manutenção dos dispositivos do Código anterior. As razões foram políticas e econômicas e revelam um descaso com a própria ciência feita no Brasil.

O foco deste estudo é a conservação da biodiversidade, considerada em sua amplitude – como composição, função e estrutura dos diferentes níveis de organização biológica –, da qual dependem os serviços ecossistêmicos, tais como a manutenção da qualidade e da disponibilidade de água e a conservação dos solos, entre outros.

Para a realização deste trabalho, foi realizado um levantamento bibliográfico em diversos portais de artigos e sites de universidades e instituições de pesquisa. O documento resultante, aqui apresentado, não tem a pretensão de ser exaustivo, mas de fornecer um panorama do estado da arte no tema e apontar algumas lacunas relevantes, como contribuição para pensar a pesquisa de uma forma mais integrada e, se possível, mais próxima e acessível à sociedade brasileira.

Esse último aspecto conduz a uma importante reflexão sobre o papel da divulgação científica como instrumento de mobilização e informação para a sociedade. Em posse de tais ferramentas, a sociedade pode

atuar, de forma mais incisiva, nos processos de tomada de decisão em relação ao futuro da conservação e do uso sustentável da biodiversidade e das florestas no Brasil.

Assim, este estudo pretende ser um primeiro passo na popularização do tema, em busca de um maior envolvimento da sociedade brasileira. A única possibilidade sustentável, em médio e longo prazos, de conservação das florestas e da cobertura vegetal natural no país é a ampliação da participação social qualificada nos processos de tomada de decisão, conduzida pelo entendimento mais amplo e aprofundado do tema.

Uma das novas tendências de interação entre o público e os processos de tomada de decisão ligados à ciência e à tecnologia é constituição de uma cidadania científica ou até tecnocientífica. Tal cidadania é entendida como um engajamento e uma participação informados e fundamentados nesses processos de tomada de decisão, por meio de instrumentos formais de discussão e deliberação. Exemplos de como isso vem sendo realizado no mundo são muitos¹ e, no Brasil, dada a importância do tema, poderia se traduzir na constituição de uma cidadania florestal ou biodiversa.

Por fim, vale lembrar da ponderação de Hannah Arendt, ainda em 1958, sobre a questão das direções para as quais o uso da ciência e da tecnologia podem nos conduzir. Para ela, tais decisões não devem ficar nas mãos de cientistas profissionais nem de políticos profissionais, pois trata-se de uma questão política de primeira grandeza. E, sendo uma questão política, é da alçada da sociedade como um todo. Tal lógica se aplica perfeitamente às normas e políticas para conservação das florestas e da biodiversidade brasileiras. ●

¹ Ver por exemplo a atuação do *Danish Board of Technology* (www.tekno.dk/subpage.php3page=statisk/uk_about_us.php3&language=uk&toppic=aboutus.); do *Council for Responsible Genetics* (www.councilforresponsiblegenetics.org/Help/About.aspx.); do *GeneWatch UK* (www.genewatch.org) e do *The Loka Institute* (www.loka.org).

BREVE CONTEXTO HISTÓRICO

Os primeiros dispositivos legais que versavam sobre florestas e espécies florestais no Brasil possuíam uma perspectiva econômica. Era assim, por exemplo, o Regimento do Pau-Brasil, de 1605. Seu objetivo era controlar a extração e garantir a rentabilidade para a coroa Portuguesa, por isso previa multas, exílio, açoites e até pena de morte para quem explorasse o pau-brasil sem autorização ou além da cota estabelecida¹.

Apesar disso, é possível identificar, ainda, na história colonial, uma preocupação com a relação entre água, floresta e conservação dos solos. Um bom exemplo é a recuperação da Floresta da Tijuca. No século XIX, o corte de madeiras nobres, a extração de lenha para os engenhos de cana e os desmatamentos para o cultivo de milho, mandioca e café acabaram com boa parte da Mata Atlântica das montanhas do Rio de Janeiro. Com isso, veio a escassez de água. Percebendo essa conexão, Dom Pedro II, em 1861, criou a Floresta da Tijuca e iniciou um ambicioso programa de recuperação da vegetação. Sob o comando do Major Archer, e ajuda de cinco escravos, mais de 100 mil árvores nativas foram plantadas em 13 anos.

Outro exemplo é o Código Florestal do Estado do Paraná de 1907², o primeiro a ser implementado em território nacional. Essa lei estadual criou o conceito de florestas protetoras, aquelas responsáveis por proteger os recursos hídricos, as encostas e o solo, mas destacava-se por tentar controlar o mercado e garantir a produção de madeira (Carvalho 2007). Incentivava o plantio de espécies exóticas e até oferecia prêmios, em dinheiro ou propriedades, àqueles que convertessem campos ou pastagens em florestas de produção. Esse Código, porém, também inaugurou a tradição de descumprimento de leis destinadas a reger o uso das florestas no Brasil.

Derivado, talvez, do espírito da época, que ainda ecoava a criação dos primeiros parques nacionais americanos, pela primeira vez, na década de 1930, razões estéticas foram aventadas para a conservação. Assim, na Constituição brasileira de 1934, constava a obrigação do Estado de “proteger as belezas naturais”. Resultou dessa reforma constitucional o primeiro conjunto de dispositivos ambientais federais - o Código de Mineração, o Código de Caça e Pesca, o Código de Águas e o Código Florestal (Medeiros *et al.*, 2004). Esse último, de 1934, chegou com atraso de 27 anos em relação à lei florestal

¹ A esse respeito veja “O Pau-Brasil na História Nacional”, de Bernardino José de Souza, Cej-CNJ, Brasília 1999.

² Lei nº 706, de 1º de abril de 1907.

do Paraná e consolidou a figura das florestas protetoras, destinadas a servir, conjunta ou separadamente, para qualquer dos fins seguintes: a) conservar o regime das águas; b) evitar a erosão das terras pela ação dos agentes naturais; c) fixar dunas; d) auxiliar a defesa das fronteiras, de modo julgado necessário pelas autoridades militares; e) assegurar condições de salubridade pública; f) proteger sítios que por sua beleza natural mereçam ser conservados; e g) asilar espécimes raros da fauna indígena.

Ainda assim, o Código Florestal de 1934 era essencialmente produtivista, classificando a maior parte das florestas do país como “de rendimento” e colocando, como modelo de floresta, a silvicultura ordenada e produtiva (Carvalho, 2007). Essa primeira lei florestal, entretanto, lançou as bases para vários instrumentos criados posteriormente, como a reserva legal e as áreas de preservação permanente (Medeiros *et al.*, 2004). Alguns exemplos que remetem à figura, posteriormente concebida, da reserva legal são a classificação das florestas como bens de interesse comum da sociedade, a limitação do direito de propriedade privada dependendo das formações vegetais naturais, a responsabilidade da conservação das florestas atribuída simultaneamente ao poder público e à esfera privada e a proibição de desmatamento em extensão superior a três quartos das grandes propriedades (Roriz, 2013).

A divisão das florestas nas categorias de “protetoras” e “remanescentes”, por sua vez, dialoga com as figuras das áreas de preservação permanente e das unidades de conservação, respectivamente. As florestas protetoras visavam à proteção ambiental, como fixação de dunas, contenção de erosão e manutenção do regime hídrico, enquanto aquelas classificadas como remanescentes eram parques e áreas que continham espécies consideradas “preciosas” (Roriz, 2013). Como aconteceu com o Código Florestal do Paraná, o Código Florestal de 1934 também não foi cumprido.

Em 1965, foi aprovado um novo Código Florestal, dessa vez baseado em preceitos de natureza ambiental³. A justificativa que embasou a aprovação desse novo Código era alicerçada em preocupações com a manutenção do ciclo hidrológico, com a degradação do solo, em consequência do modo de produção, com as enchentes anormais, com os processos de desertificação e com a futura escassez dos recursos naturais. Enfim, o novo Código foi lastreado pelo entendimento de que a proteção ambiental é uma das bases para a manutenção produtiva das atividades agropecuárias (Roriz, 2013).

O Código Florestal de 1965 considerava, como o anterior, as florestas como bens de interesse comum e limitava o uso da propriedade rural. Definiu os conceitos de áreas de preservação permanente (artigo 1º), determinando sua localização e tamanho (artigos 2º e 3º), e de reserva legal (artigo 1º), com as porcentagens de vegetação a serem man-

³ Ver, nesse sentido, a exposição de motivos do Código de 1965: <http://migre.me/mzCPb>.

tidas para cada região (artigo 16). Enquanto as áreas de preservação permanente eram responsáveis por preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, os fluxos gênicos, o solo e o bem estar das populações humanas, a reserva legal foi estabelecida como necessária ao uso sustentável dos recursos naturais, à conservação dos processos ecológicos, à conservação da biodiversidade e ao abrigo e proteção de espécies de flora e fauna nativas. Eram dois instrumentos com funções diferentes e complementares: o primeiro, visando a proteger áreas frágeis, e, o segundo, a conservar a existência das formações vegetais e a garantir a manutenção dos processos ecológicos relacionados a elas em todo o território nacional. A proteção das florestas era entendida de forma mais ampla, como um meio para atingir a conservação de solos, recursos hídricos, biodiversidade e fauna (Ahrens 2005).

Até o final da década de 1990, contudo, quase nada foi feito pelos governos federal e estaduais efetivamente para colocar esse Código Florestal em prática. Com isso, o déficit de áreas de preservação permanente e reserva legal chegou a 85 milhões de hectares (Sparovek *et al.*, 2011), demonstrando a dificuldade no cumprimento da lei. A morosidade da justiça, a falta de incentivos econômicos, a corrupção, a fiscalização deficiente, a fragilidade institucional e a própria cultura de descumprimento legal foram as maiores razões para tal cenário. Ainda assim, a extensão coberta pela soma das áreas de preservação permanente e das reservas legais é maior do que a das unidades de conservação (Sparovek *et al.*, 2010), comprovando a importância das propriedades rurais na conservação da biodiversidade brasileira e do próprio Código Florestal.

Em uma nova tentativa de melhorar a proteção ambiental e fornecer suporte ao Código Florestal, foi aprovada, em 1998, a Lei de Crimes e Infrações Contra o Meio Ambiente (Lei nº 9.605), que impôs sanções efetivas até então não aplicadas por serem baseadas em atos administrativos (Hirakuri, 2003). A possibilidade de punição mais rígida gerou uma forte reação daqueles que não estavam cumprindo a lei e, em 1999, surgiu a primeira proposta efetiva (Projeto de Lei nº 1876/1999) para alterar a Lei de Crimes Ambientais e substituir o Código Florestal. Essas propostas foram criticadas pelas organizações não governamentais, pelos pesquisadores e juristas, que alegaram que o Código Florestal não necessitava alterações e que as propostas em pauta serviriam de fato para regularizar desmatamentos - ampliando a fronteira agrícola -, “mutilar” os instrumentos legais e abrir brechas para permitir maior atividade econômica em áreas antes protegidas (Benjamin, 2000; Fearnside, 2000).

Depois de intensos embates no Congresso Nacional e no Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), o projeto de 1999 ficou “engavetado” até que, em 2008, outras duas novas medidas contribuíram para aumentar a pressão em torno de sua reformulação: a Resolução nº 3.545, do Banco Central, que impôs limitações ao financiamento agropecuário na Amazônia em função de desmatamentos ilegais, e o Decreto Federal

nº 6.514/08, que exigiu a averbação da reserva legal e previu multa àqueles que não estivessem em acordo com a legislação na data da publicação do decreto (22 de julho de 2008) (Sauer e França, 2012). Ou seja, passaram a vigorar medidas mais efetivas que visavam à implementação efetiva do Código. Os prazos foram prorrogados por mais de uma vez, mas já estava em curso, então, a enorme pressão que levou a substituição do Código Florestal em 2012 e às mudanças nas regras que dispõem sobre as reservas legais e as áreas de preservação permanente.

O novo Código (Lei no 12.651/2012) trouxe uma ampla discussão em torno de instrumentos aparentemente já consolidados como as áreas de preservação permanente e as reservas legais. As mudanças levaram à redução da área das reservas legais. A vegetação nas áreas de preservação permanente, por exemplo, passou a ser computada no percentual de reserva legal (artigo 15); em municípios da Amazônia onde mais de 50% de sua área ou mais de 65% da área do estado forem unidades de conservação ou terras indígenas, a reserva legal pode se limitar a 50% da propriedade (artigo 12); a recomposição e compensação da reserva legal desmatada em data anterior a julho 2008 pode ser realizada fora da propriedade, contando que seja no mesmo bioma, ou dentro da propriedade, com a utilização de espécies exóticas que têm seu uso econômico futuro assegurado (artigo 66). Além disso, os imóveis rurais com até 4 módulos fiscais ficaram isentos da obrigação de recomposição desde que os desmatamentos sejam anteriores à mesma data (artigo 67).

As áreas de preservação permanente foram reduzidas nos topos de morros, montes, montanhas e serras (restringindo àqueles maiores de 100 metros com inclinação de 25° – artigo 4º), nas margens dos cursos d'água, passaram a ser computadas a partir do leito regular ao invés de utilizar o nível mais alto (artigo 4º) e apenas as nascentes perenes permaneceram protegidas; as intermitentes ficaram de fora (artigo 4º). Além disso, a recuperação das áreas de preservação permanente desmatadas até 2008 passou a ser regida de acordo com o tamanho da propriedade definido pelos módulos fiscais.

O processo de discussão da atualização do Código Florestal foi polêmico e de certa forma desvirtuado. Em lugar de um debate técnico-científico acerca dos mecanismos e parâmetros que salvaguardem os serviços ambientais e a produtividade agropecuária, sobressaiu a narrativa de que as mudanças eram necessárias para não haver prejuízo econômico com a redução de áreas agricultáveis e da produção agropecuária do país, com subsequentes e inevitáveis influências sobre os preços dos alimentos. A tese da comunidade científica, dos movimentos sociais e entidades da sociedade civil que defendem melhores práticas, inclusive tecnológicas, para ampliar a produção, sem necessidade de abertura de mais áreas com vegetação nativa, foi superada pela pressão política da bancada ruralista (integrada por membros da base do governo e oposição), que persiste no argumento de que a conservação ambiental constitui um óbice ao desenvolvimento.

O ESPÍRITO DO CÓDIGO FLORESTAL

Apesar das visões mais utilitaristas das florestas, também presentes, o espírito dos códigos florestais brasileiros reside na proteção das florestas como um meio para atingir a conservação dos solos, dos recursos hídricos e da biodiversidade. Ou seja, os vínculos entre a manutenção da floresta e a conservação de solos, águas, fauna e flora sempre foram explícitos.

Um exame do Código Florestal de 1965, por exemplo, mostra um propósito maior de proteger outros elementos que não apenas “as florestas e as demais formas de vegetação”, ou seja, estas eram apenas um meio para atingir outros fins. Uma leitura interpretativa e que busque verificar a finalidade das normas contidas nesse Código revela que, em sua essência, seus objetivos principais eram proteger:

- Os solos (contra a erosão) no artigo 2º, incisos d, c, f, g; art. 3º; e artigo 10;
- As águas, os cursos d’água e os reservatórios d’água, naturais ou artificiais (contra o assoreamento com sedimentos e detritos resultantes da ação dos processos erosivos dos solos) no artigo 20, incisos a, b, c;
- A continuidade de suprimento e a estabilidade dos mercados de lenhas e madeiras (contra a falta de matéria-prima lenhosa) nos artigos 16, 19, 20, 21 e 44 (Ahrens, 2005).

O Código de 2012, porém, apesar de condizer com esse espírito, dá menos importância – ou talvez explicita menos – as conexões entre água, solos, biodiversidade e a conservação e o uso racional das florestas.

Vale reforçar que não foi a falta de informações que levou às alterações do Código Florestal. O espírito dos dispositivos legais brasileiros vinculados às florestas sempre foi o de conservar, por meio da integridade da vegetação, os recursos hídricos, os solos e a fauna e a flora. Hoje há dados suficientes para entender as conexões entre a manutenção da cobertura vegetal e os serviços ambientais dos quais a vida humana depende. Mais pesquisas sobre as relações entre a floresta e esses serviços, maior entendimento sobre o funcionamento das relações ecológicas e mais informação sobre como garantir a conservação da biodiversidade em ambientes fragmentados são muito bem-vindas e necessários para avançarmos no bom manejo do território rural na paisagem para garantir a otimização desses serviços ambientais. Mas foram razões de ordem estritamente econômica e ideológica que levaram à revisão do Código Florestal.

O conjunto de serviços ecossistêmicos derivados da manutenção de áreas naturais, sejam áreas de preservação permanente (APP) ou reservas legais, é reconhecido como importante para a sociedade, bem como para a sustentabilidade dos sistemas de produção. Entre esses serviços, vale assinalar: a) regulação hidrológica (aumento do armazenamento, transferência e recarga de aquíferos); b) regulação atmosférica (maior sequestro de carbono e redução de gases causadores do efeito estufa); c) controle da erosão; d) serviços ofertados pela biodiversidade (polinização, controle de pragas agrícolas e de doenças, inclusive humanas). Esse último é fundamental, pois dele depende a manutenção dos outros serviços previamente elencados (SBPC, 2012).

No caso particular das APP, ripárias é possível arrolar serviços ambientais mais específicos, tais como: a) seu papel de barreira ou filtro, evitando que sedimentos, matéria orgânica, nutrientes dos solos, fertilizantes e pesticidas utilizados em áreas agrícolas alcancem o meio aquático; b) favorecimento da infiltração da água no solo e a recarga dos aquíferos; c) proteção do solo nas margens dos cursos d'água, evitando erosão e assoreamentos; d) criação de condições para o fluxo gênico de flora e fauna; e) fornecimento de alimentos para manutenção de peixes e demais organismos aquáticos; (f) refúgio de polinizadores e de inimigos naturais de pragas de culturas (SBPC, 2012). Além disso, há um grande número de espécies de mamíferos semiaquáticos que dependem das matas ciliares (Galetti *et al.*, 2010), além de diversas espécies de aves (Develey e Pongiluppi, 2010), anfíbios (Toledo *et al.*, 2010), répteis (Marques *et al.*, 2010), borboletas (Freitas, 2010), mamíferos (Pardini *et al.*, 2010) e peixes (Cassati, 2010) ameaçados de extinção, que vivem exclusivamente nessas áreas.

Seja em função da redução efetiva das APP e das reservas legais para fins de recuperação estabelecidas pelo novo Código, seja pela consequência das anistias no que tange ao cumprimento futuro da nova lei, é possível estimar que há um conjunto de impactos negativos a serem evitados, monitorados e estudados quanto à extinção de espécies de muitos grupos de plantas e animais vertebrados e invertebrados; ao aumento de emissão de CO₂; à redução de serviços ecossistêmicos, tais como o controle de pragas, a polinização de plantas cultivadas ou selvagens e a proteção de recursos hídricos; à propagação de doenças (hantavírus e outras transmitidas por animais silvestres, como no caso do carrapato associado à capivara); intensificação de outras perturbações (incêndios, caça, extrativismo predatório, impacto de cães e gatos domésticos e ferais, efeitos de agroquímicos); ao assoreamento de rios, reservatórios e portos, com claras implicações no abastecimento de água, energia e escoamento de produção em todo o país (Metzger, 2010; Martinelli *et al.*, 2010; Joly *et al.*, 2010; Metzger *et al.*, 2010).

A seguir, são apresentados resultados dos estudos abordados neste trabalho, considerando primordialmente os potenciais impactos negativos da nova lei em relação aos diversos serviços ecossistêmicos protegidos pela lei florestal.

RELAÇÃO ENTRE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA, SOLOS E FLORESTA

Há evidências científicas relevantes e consolidadas em diferentes regiões temperadas e tropicais sobre o efeito de vegetação na regulação do ciclo hidrobiológico, tanto do ponto de vista de qualidade, como de quantidade de água. As florestas ripárias, protegidas pela figura as áreas de preservação permanente, são componente fundamental na manutenção da integridade de ecossistemas de rios, represas e lagos. O ciclo da água, a composição química da água de drenagem, o transporte de matéria orgânica para os corpos d'água e a intensidade do escoamento superficial e da recarga dos aquíferos dependem diretamente das condições da vegetação ripária, sua preservação, sua extensão e sua diversidade (Tundisi e Matsumura Tundisi, 2010).

Estudos de Matheus & Tundisi (1988) demonstraram que, na bacia hidrográfica dos rios Itaqueri e Lobo, na região central do Estado de São Paulo, a qualidade da água está diretamente relacionada com a presença da vegetação ripária e sua densidade ao longo do rio. Em regiões onde há uma floresta ripária bem conservada, a condutividade elétrica, que é um fator fundamental na medida da qualidade da água, é muito baixa. Em regiões com ausência de floresta ripária, essa condutividade é muito mais elevada, o que evidencia aumento da composição iônica de água, resultado da drenagem superficial⁴.

Um estudo realizado em 10 microbacias hidrográficas do Estado de São Paulo (<50 km²) (Secretaria de Meio Ambiente/Banco Mundial/IIEGA, 2010) determinou a qualidade da água em áreas protegidas pela vegetação e em áreas desmatadas com o uso intensivo do solo, e mostrou como a qualidade da água é alterada substancialmente pela remoção da vegetação, especialmente a vegetação ripária.

Nas bacias hidrográfica dos rios Itaqueri e Lobo, está sendo desenvolvida uma pesquisa ecológica de longa duração (PELD) há 41 anos, na represa da usina hidrelétrica Carlos Botelho. Muitas informações estão sendo geradas sobre a dinâmica de produtividade primária, interações climatologia-hidrologia-biologia, biodiversidade aquática, ciclos biogeoquímicos. Quando a cobertura vegetal da bacia hidrográfica é adequada, com as florestas ripárias e outras áreas completares de vegetação natural, as taxas de evapotranspiração são mais altas e isso significa que uma maior quantidade de água retorna para a atmosfera, favorecendo a precipitação. Além disso, o escoamento da água

⁴ A condutividade é a capacidade da água em conduzir corrente elétrica e está relacionada com a concentração de íons e com a temperatura. A condutividade também indica possíveis modificações na composição da água, principalmente mineral. A condutividade serve, portanto, como um indicador composto de diversos fatores e possui uma influência importante sobre as espécies presentes no corpo d'água. No caso de aumento na condutividade, há um prejuízo para as espécies adaptadas a ambientes de baixa condutividade.

das chuvas é mais lento, parte dela se infiltra no solo por intermédio dos troncos e raízes, recarregando os mananciais. Um dos pesquisadores ligados a esse sítio destacou, recentemente (Fapesp, 2014), que além de alterar o ciclo de chuvas, prejudicar a recarga de aquíferos subterrâneos e, conseqüentemente, reduzir os recursos hídricos disponíveis para o abastecimento humano, o desmate da vegetação que recobre as bacias hidrográficas tem forte impacto sobre a qualidade da água, encarecendo em cerca de 100 vezes o tratamento necessário para torná-la potável.

Ainda em São Paulo, Joly *et al.* (2000) mostraram a importância da manutenção da área de preservação permanente ripária para minimizar a perda de solo por erosão superficial e o conseqüente assoreamento dos corpos d'água em sua pesquisa na bacia do rio Jacaré-Pepira, no município de Brotas (SP). Os resultados revelaram que, a partir do uso de parcelas de erosão, a perda anual de solo em uma pastagem é da ordem de 0,24 t por ha, enquanto no mesmo tipo de solo, com a mesma declividade e distância do rio, a perda anual de solo no interior da mata ciliar foi da ordem de 0,0009 t ha. Ou seja, a perda de solo em uma área com vegetação ciliar é 266 vezes inferior à de uma área de pastagem.

Como fica claro, existe uma relação umbilical entre os recursos hídricos, a proteção da vegetação nativa e a conservação dos solos. Ou seja, a degradação da terra diz respeito também à perda de qualidade e de disponibilidade da água. Afeta, ainda, a biodiversidade, devido aos processos utilizados no manejo dos recursos, à falta de planejamento e ao uso de áreas frágeis e de preservação permanente.

Na bacia do rio Taquari, um dos principais formadores do Pantanal, localizada nos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, estudos realizados pela Embrapa Pantanal mostraram que a remoção da mata ciliar, em conseqüência de atividades de pecuária sem preocupação com a conservação de solos, conduziram a processos erosivos e assoreamento dos rios. Essa erosão causou o aumento de sólidos suspensos e nutrientes no rio, levando a alterações nas comunidades perifíticas⁵ e nas cadeias tróficas dos sistemas aquáticos, com conseqüências diretas sobre a vida dos pequenos peixes e microcrustáceos (Galdino e Vieira, 2005).

O levantamento feito pela SBPC (2012) cita uma estimativa preliminar, feita por Hernani *et al.* (2002), da magnitude da perda potencial de solo por erosão hídrica nas áreas com atividade agropecuária no Brasil. Consideraram a área total ocupada com lavouras (anuais e perenes) e pastagens (naturais e plantadas), conforme o Censo Agro-

⁵ A comunidade perifítica é representada por uma fina camada, com alguns milímetros de espessura, que atua na interface entre o substrato e a água circundante. São observados como manchas verdes ou pardas aderidas a objetos submersos na água, como rochas, troncos, objetos artificiais, e à vegetação aquática.

pecuário de 1996 (IBGE, 1997), e admitindo como perda anual média de solo o valor de 15,0 t ha⁻¹ para lavouras - baseado em Bragagnolo e Pan (2000) e De Maria (1999) – sob manejo convencional com preparo intensivo do solo, e de 0,4 t há⁻¹ para pastagens - baseado em Bertoni e Lombardi Neto (1990) – em pastagens artificiais com algum nível de degradação. O resultado desse exercício de cálculo do potencial de perdas anuais de solo no Brasil foi de 822,6 milhões de toneladas, sendo 751,6 milhões de toneladas devido às áreas ocupadas com lavouras e 71,1 milhões de toneladas de terrenos cobertos com pastagens. Da mesma forma, o potencial de perda de água foi estimado em 171 milhões de m³. Considerando os custos internos e os externos à propriedade agrícola decorrentes de processos erosivos, os autores estimaram que a erosão pode gerar um prejuízo anual da ordem de R\$ 9,3 bilhões ao país.

Outro exemplo é o estudo desenvolvido por Moraes *et al.* (2002), na bacia do rio Jundiá-Mirim, na Mata Atlântica, no estado de São Paulo. A análise da água dos rios da bacia revelou que a concentração de nitrogênio amoniacal e de fósforo total superava o limite estabelecido pela legislação. Os autores apontaram para uma relação direta entre os níveis elevados de fósforos e a contaminação proveniente de fertilizantes, carregados durante o processo erosivo, de áreas agrícolas próximas às margens dos rios e desprovidas de mata ciliar.

Pesquisas realizadas no âmbito do Programa de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA) demonstraram que as mudanças no uso e na cobertura da terra, como a conversão de florestas em pastagens, alteram substancialmente as características físicas e químicas de rios de primeira e segunda ordem, influenciando sua estrutura e seu funcionamento. A retirada da floresta permite uma maior entrada de luz, aumentando a temperatura da água, o que influencia uma série de reações químicas, como, por exemplo, a solubilidade do oxigênio (Neill *et al.*, 2006 *apud* Batistella *et al.*, 2007). A substituição da vegetação arbórea original por pastagens também acarreta uma maior entrada de partículas de solo e vegetação, por meio de processos erosivos que se intensificam nas pastagens (Thomas *et al.*, 2004; Krusche *et al.*, 2005 *apud* Batistella *et al.*, 2007). O maior aporte de matéria orgânica lábil, ou seja, quimicamente pouco estável, leva a um aumento no processo de decomposição, dependente de oxigênio que se encontra dissolvido na água (Bernardes *et al.*, 2004 *apud* Batistella *et al.*, 2007). Com isso, há um decréscimo na concentração desse elemento, com impactos na biota. O ciclo do nitrogênio também é afetado, uma vez que a quantidade de nitrogênio disponível decresce nas pastagens, acarretando uma diminuição de seu aporte aos pequenos rios, que passam a ser limitados por esse nutriente e não mais por fósforo, como eram originalmente (Carmo *et al.*, 2005 *apud* Batistella *et al.*, 2007).

A extensão ideal de áreas de preservação permanente ao longo dos cursos d'água varia de acordo com sua função, localização, características geológicas e características

da bacia hidrográfica. Por exemplo, Silva Junior (2001) afirma que são necessárias APP de 80 metros no Cerrado, se o objetivo é garantir a proteção da composição florística, enquanto Marco e Coelho (2004) defendem uma extensão de 200 metros para a preservação de habitats de aves e mamíferos.

Quando se trata de APP em áreas urbanas, parâmetros devem ser estabelecidos para reger a ocupação humana e evitar desastres, principalmente em áreas com declive acentuado. As observações empíricas (por exemplo, Schaffer *et al.*, 2011) e os estudos (por exemplo, Ackerman, 2010; Augusto Filho, 2001; Farah, 2003; Rodrigues e Leitão Filho, 2000; e Zucco *et al.*, 2011) mostram que, como princípio, deveria haver restrições de uso nos vales das cabeceiras de drenagem, que funcionariam como áreas de estocagem de águas e de estabilização das encostas. No caso dos topos de morro, há, evidentemente, muita observação empírica em relação à importância da manutenção da vegetação para a estruturação do solo.

Outra questão que vem emergindo é a da temperatura da água e seus impactos sobre a biota. Macedo *et al.* (2013) examinaram 12 sítios no alto rio Xingu, quantificando as recentes mudanças de uso da terra e avaliando a influência desse uso sobre a temperatura dos corpos d'água. Apesar de ainda ser um estudo em pequena escala, o modelo sugere que o uso da terra associado à expansão da agricultura tem causado um aumento na temperatura dos corpos d'água das cabeceiras do rio Xingu. Tal elevação na temperatura pode impactar negativamente a biota local, mas a conservação ou restauração da vegetação ripária poderia reduzir esse aumento em cerca de cinco vezes.

Zoccolo (2010) analisou as concentrações de isoflavonas em águas superficiais e subsuperficiais em uma grande plantação de soja no Mato Grosso do Sul. As isoflavonas são compostos naturais estrogênicos encontrados em plantas, principalmente na soja, e têm estruturas semelhantes aos hormônios estrogênicos produzidos por mamíferos, sendo classificados como alteradores endócrinos⁶. Foi possível, nesse estudo, mostrar que as maiores concentrações de isoflavonas estão em áreas de baixo adensamento de matas ciliares.

Quando o assunto é o custo do tratamento da água, a dependência da cobertura vegetal também fica evidente. Medeiros *et al.* (2011) afirmam que, no estado de São Paulo, o custo de tratamento das águas na Bacia do Rio Piracicaba, que apresenta apenas 4,3% de cobertura florestal, é cerca de 13 vezes superior ao custo para tratar as águas do Sistema Cantareira, onde são mantidos 27,2% da vegetação nativa.

⁶ Ou seja, podem produzir alterações hormonais em mamíferos.

A Agência Nacional de Águas (ANA) produz um relatório anual intitulado “Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil”⁷ e, em sua última edição, em 2013, traz uma seção sobre a redução da vegetação como uma das vulnerabilidades da integridade hidrológica das bacias. No mesmo documento, reforça os vínculos entre o desmatamento e o ciclo hidrológico, assinalando que, com a falta de cobertura vegetal, há redução da infiltração da água no solo e aumento do escoamento superficial, o que afeta a dinâmica fluvial. Além disso, há redução do abastecimento dos lençóis freáticos. Ressalta, ainda, que a perda do solo decorrente do desmatamento aumenta a probabilidade de ocorrência de eventos extremos, como inundações e queda de barreiras, e provoca o assoreamento dos rios, devido ao carreamento de sedimentos. O relatório recomenda uma estratégia para fomentar um manejo integrado da terra, da água e dos seres vivos.

O documento também traça um panorama da situação da cobertura vegetal remanescente nas áreas de cabeceiras por região hidrográfica e por bioma, como pode ser visto na Tabela 1. Para cada uma dessas regiões, o relatório traz em seus anexos uma ficha completa com a situação da região hidrográfica, inclusive em relação às suas vulnerabilidades ligadas à integridade da cobertura vegetal.

Em 2012, a ANA produziu uma nota técnica⁸ para ilustrar seu posicionamento sobre as mudanças no Código Florestal, onde cita uma compilação do USDA Natural Resources Conservation Service, de 2003, que elenca várias pesquisas sobre a faixa de vegetação desejável para as diferentes funções da vegetação ciliar. Arrola, ainda, um conjunto de pesquisas feitas no Brasil, que correlaciona a mata ciliar com suas principais funções hidrológicas, como Oliveira e Daniel (1998), que avaliaram a largura ideal de mata ciliar para redução da poluição dispersa na bacia hidrográfica do ribeirão do Feijão, principal manancial de abastecimento da cidade de São Carlos, no Estado de São Paulo. Eles observaram que a faixa mínima de 30 metros de vegetação, exigida pelo antigo Código Florestal, estava subestimada em relação a fontes dispersas de poluição, ou seja, para a proteção efetiva dos mananciais, extensões superiores a 30 metros seriam necessárias.

⁷ Disponível em <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2013/conjunturaRecursosHidricos.pdf>.

⁸ Disponível em http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20120509_NT_n_012-2012-CodigoFlorestal.pdf.

Tabela 1- Situação atual da cobertura vegetal remanescente nas áreas de cabeceiras por região hidrográfica e por bioma

Região hidrográfica	Área de cabeceira com vegetação nativa remanescente (%)	Bioma	Área de cabeceira com vegetação remanescente por bioma (%)
Amazônica	86	Amazônia	87
		Cerrado	71
Parnaíba	66	Caatinga	57
		Cerrado	97
Uruguai	52	Mata Atlântica	50
		Pampa	55
Paraguai	48	Amazônia	36
		Cerrado	41
		Pantanal	74
Tocantins – Araguaia	47	Amazônia	31
		Cerrado	49
Atlântico Nordeste Oriental	47	Amazônia	12
São Francisco	42	Caatinga	33
		Cerrado	47
		Mata Atlântica	26
Atlântico Sul	36	Mata Atlântica	50
		Pampa	32
Atlântico Leste	35	Caatinga	54
		Cerrado	71
		Mata Atlântica	21
Atlântico Sudeste	29	Mata Atlântica	29
Paraná	20	Cerrado	20
		Mata Atlântica	20
Atlântico Nordeste Ocidental	12	Caatinga	54
		Mata Atlântica	17

Fonte: Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil/2013⁹ (<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2013/conjunturaRecursosHidricos.pdf>).

Outro estudo, citado na Nota Técnica da ANA, é o realizado por Santos (2007), que avaliou a redistribuição de sedimentos agrícolas em vertentes com mata ciliar, em áreas

⁹ Nota: Os dados por região hidrográfica foram calculados com base nas seguintes fontes: shapes vetoriais disponibilizados pelo Programa de Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite, da SBF/MMA e do Ibama, com ano de referência 2008, para Mata Atlântica, Pampa e Pantanal, e 2009, para o Cerrado e a Caatinga; shapes vetoriais do desmatamento da Amazônia até 2011, disponibilizado pelo Prodes/ INPE. Consideraram-se como áreas de cabeceira aquelas bacias de contribuição com área igual ou inferior a 10.000 km².

onde as larguras médias das matas ciliares eram de 25 m e 40 m. Os resultados evidenciaram que a retenção de sedimentos pela mata ciliar cresce à medida que a largura da mata aumenta, sendo, pois, recomendável a manutenção desse tipo de cobertura vegetal como medida mitigadora dos impactos da agricultura.

RELAÇÃO ENTRE A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E A FLORESTA

No cerne da discussão sobre o papel das APP e da reserva legal na conservação da biodiversidade, está a importância da conexão entre fragmentos e o debate derivado do desenvolvimento da teoria de biogeografia de ilhas¹⁰, na década de 1960. Sua posterior utilização na conservação, na década seguinte, inaugurou uma nova era nos debates sobre os critérios de alocação e desenho de áreas de conservação. Logo após seu aparecimento, os ecologistas reconheceram sua aplicação potencial para a conservação e, em 1975, usando a teoria como base, Jared Diamond (1975) propôs que as reservas naturais fossem consideradas como ilhas com taxas de extinção previsíveis. Diamond também sugeriu que as taxas de extinção poderiam decrescer se as áreas protegidas fossem desenhadas segundo alguns princípios da teoria de biogeografia de ilhas: 1) reservas grandes são preferíveis a reservas pequenas; 2) uma reserva é melhor do que várias de tamanho cumulativo equivalente; 3) reservas próximas são preferíveis a reservas mais espaçadas; 4) reservas agrupadas em torno de um centro são melhores do que aquelas dispostas em linha; 5) reservas circulares são preferíveis a reservas alongadas; e 6) reservas conectadas por corredores são preferíveis a reservas não conectadas.

A sugestão de Diamond de que reservas grandes são melhores do que reservas pequenas revelou-se altamente controversa. Duas outras de suas sugestões – reservas circulares são preferíveis a reservas alongadas e reservas conectadas por corredores são preferíveis a reservas não conectadas – também causaram bastante discussão. O

¹⁰ A teoria de biogeografia de ilhas foi desenvolvida por MacArthur e Wilson (1963 e 1967), para explicar como o número de espécies numa ilha se mantém aproximadamente constante, enquanto a composição taxonômica desse conjunto de espécies muda ao longo do tempo. Eles sugeriram que os organismos numa ilha estão em um equilíbrio dinâmico, isto é, enquanto algumas espécies estão colonizando a ilha, outras estão se extinguindo. Segundo MacArthur e Wilson, a taxa de colonização depende da distância entre a ilha e a fonte das espécies potenciais colonizadoras. Assim, ilhas mais próximas da fonte possuem uma taxa mais alta de colonização. A extinção, por sua vez, depende do tamanho da ilha. Ilhas menores possuem taxas mais altas de extinção. Esses autores propuseram que a taxa de colonização e a taxa de extinção, quando consideradas simultaneamente, fornecem um número previsível de espécies em equilíbrio mantido ao longo do tempo e uma taxa de turnover (troca) das espécies, também previsível e mantida ao longo do tempo. Desde sua proposição original, a teoria já passou por algumas transformações, que relacionaram a taxa de colonização também com o tamanho da ilha e a taxa de extinção também com a distância da fonte potencial de colonizadores, dado que a imigração de indivíduos de uma espécie que já está presente na ilha pode retardar a extinção local da espécie.

debate acerca do tamanho preferencial das áreas protegidas ganhou até mesmo um acrônimo: SLOSS (*single large or several small*¹¹). Todo esse debate tem, ainda, impactos diretos sobre a alocação das reservas legais e o tamanho das áreas de preservação permanente, que funcionam como elementos de conectividade, e sua eficiência na conservação da biodiversidade.

Metzger (2010) arrolou um conjunto relevante de pesquisas feitas no Brasil que mostram a importância das APP e de sua largura, bem como discute o tamanho e a conectividade das reservas legais. Um dos elementos de conectividade entre áreas naturais são os corredores que facilitam o fluxo de indivíduos ao longo da paisagem. Numa paisagem fragmentada, a presença de corredores pode significar a sobrevivência local ou não de uma espécie, pois muitas delas não conseguem viver em pequenos fragmentos, mas tampouco mostram-se capazes de se locomover nas áreas abertas por atividades humanas. O corredor, no entanto, só desempenha papel de elemento de conectividade se as espécies conseguem usá-lo para se deslocar na paisagem.

Dentre os benefícios dos corredores, já comprovados por pesquisa no Brasil, estão o aumento da diversidade genética (Almeida Viera e de Carvalho, 2008), o aumento da conectividade da paisagem, possibilitando o uso de vários pequenos fragmentos remanescentes de habitat, que isoladamente não sustentariam as populações (Awade e Metzger 2008; Boscolo *et al.*, 2008; Martensen *et al.*, 2008), a amenização dos efeitos da fragmentação (Pardini *et al.*, 2005) e o potencial de amenizar os impactos de mudanças climáticas, numa escala temporal mais ampla (Marini *et al.*, 2009).

O levantamento de Metzger (2010) aponta diversos estudos sobre a importância das florestas ripárias nos diversos biomas brasileiros e para diferentes grupos taxonômicos. A maior parte dos estudos foi feita na Mata Atlântica (Metzger *et al.*, 1997; Uezu *et al.*, 2005; Marinho-Filho e Veríssimo, 2007; Keuroghlian e Eaton, 2008; Maltchik *et al.*, 2008; Martensen *et al.*, 2008), mas existem dados também para a Floresta Amazônica (Lima e Gascon, 1999; Michalski *et al.*, 2006; Lees e Peres, 2008), Caatinga (Moura and Schlindwein, 2009), Pantanal (Quigley e Crawshaw, 1992) e Cerrado (Tubelis *et al.*, 2004). Em relação aos grupos taxonômicos, há dados para árvores (Metzger *et al.*, 1997), anfíbios (Lima e Gascon, 1999; Maltchik *et al.*, 2008), aves (Tubelis *et al.*, 2004; Uezu *et al.*, 2005; Martensen *et al.*, 2008), grandes mamíferos (Quigley and Crawshaw, 1992; Marinho-Filho e Veríssimo, 2007; Keuroghlian e Eaton, 2008; Lees e Peres, 2008), pequenos mamíferos (Lima e Gascon, 1999) e abelhas (Moura e Schlindwein, 2009).

¹¹ Uma grande ou várias pequenas, em inglês.

Apesar de diversos fatores estarem relacionados com a eficiência das APP como elementos de conectividade na conservação da biodiversidade, tais como extensão, continuidade, qualidade dos ambientes e topografia, a largura é o mais importante deles (Laurance e Laurance, 1999; Metzger *et al.*, 1997). A relevância da largura está diretamente ligada à contenção do efeito de borda. No ambiente florestal, a “borda” é onde há um aumento da luminosidade e do ressecamento do ar e do solo, além de uma maior frequência de entrada de espécies invasoras e generalistas, e presença de perturbações ocasionais, como rajadas de vento e queimadas, que excluem algumas espécies nativas, e aumentam a mortalidade. Espécies, comunidades e processos biológicos são impactados de forma diferente pelos efeitos de borda e pelas características físicas dos locais, como a orientação solar e a latitude, bem como o tipo de paisagem com que o ambiente faz fronteira imediata.

Laurance *et al.* (2002) mostraram que, em geral, os efeitos mais intensos, como a invasão de espécies generalistas e invasoras, o aumento da temperatura, a diminuição da umidade relativa do ar, o ressecamento do solo, a alta mortalidade de árvores e a redução da altura do dossel, ocorrem nos 100 primeiros metros, o que significa que corredores com menos de 200 metros de largura seriam formados essencialmente por ambientes de borda, altamente perturbados.

Assim, alguns autores sugerem que corredores estreitos perderiam parte de sua utilidade, por favorecerem unicamente espécies generalistas, que suportam os efeitos de borda (Santos *et al.*, 2008; Lopes *et al.*, 2009). Espécies mais estritamente florestais necessitariam de corredores de pelo menos 200 m de largura (Laurance e Laurance, 1999; Lees e Peres, 2008). Mesquita *et al.* (1999), estudando a mortalidade de árvores em fragmentos florestais, apontaram que os efeitos de borda são significativamente influenciados pela estrutura da vegetação de seu entorno e que o manejo dessas áreas poderia mitigar os efeitos de borda (ver também, abaixo, especificamente para aves: Zurita e Bellocq, 2010; e para répteis: Marques *et al.*, 2010 e Pontes *et al.*, 2009).

A redução dos corredores ripários, derivada do novo Código Florestal, provoca efeitos de borda mais acentuados, que levam a uma maior taxa de predação de sementes (Fleury e Galetti, 2006), a um maior recrutamento de espécies ruderais¹² (Tabarelli e Peres, 2002), a um aumento da mortalidade de árvores de grande porte (Laurance *et al.*, 1997), especialmente importantes na produção de frutos para os mamíferos, aves e peixes, e, conseqüentemente, a menor diversidade de espécies de aves e mamíferos florestais (Lees e Peres, 2008).

¹² Ruderais são as espécies que se desenvolvem em áreas muito perturbadas pelas atividades humanas.

Lees e Peres (2008) examinaram os efeitos da largura e do estado de degradação de corredores ripários florestais sobre a riqueza de espécies de aves e mamíferos em 37 locais, incluindo 24 corredores conectados a fragmentos florestais extensos, oito corredores florestais não conectados e cinco zonas ripárias de controle dentro de fragmentos de floresta contínua, numa área altamente fragmentada em Alta Floresta, em Mato Grosso. O uso dos corredores pelos vertebrados foi muito específico, mas os autores observaram alguns padrões gerais em função da história de vida das espécies e de sua sensibilidade às perturbações.

Os corredores estreitos ou muito perturbados apresentaram um conjunto muito pobre de vertebrados, comparável a ambientes desmatados, enquanto os corredores mais largos e bem conservados retiveram o conjunto quase completo das espécies presentes na área. Ou seja, a manutenção de espécies, tanto para mamíferos quanto para aves, ocorreu em corredores com pelo menos 400 m de largura. A partir desse conjunto de dados, que os autores acreditam representar as situações encontradas em outras regiões da Amazônia, sugere-se que as APP ao longo de rios deveriam manter pelo menos 200 m de área florestada de cada lado do rio para que haja uma plena conservação da biodiversidade. Para esses autores, a manutenção de corredores de 60 m (30 m de cada lado do rio), conforme o antigo Código Florestal preconizava, resultaria na conservação de apenas 60% das espécies locais.

Os dados de Metzger *et al.* (1997), provenientes de 15 corredores ripários, cuja largura variava entre 30 e 650 metros, ao longo do rio Jacaré-Pepira, no interior do Estado de São Paulo, mostraram que a diversidade de árvores e arbustos diminuiu em corredores com menos de 50 metros. Nesses, apenas 55% das espécies estavam presentes, enquanto 80% estavam presentes em corredores com mais de 100 metros. Esses dados agregam evidências no sentido de mostrar que corredores de apenas 30 metros têm capacidade muito limitada de manutenção da biodiversidade.

Oliveira *et al.* (2004) fizeram o inventário das árvores com mais de 10 cm de DAP¹³ em 20 parcelas de 0,1 hectare em um fragmento florestal de 3.500 hectares, circundado por cana-de-açúcar, para comparar o conjunto de espécies de árvores na borda da floresta (0-100 m) com o interior da floresta (> 200 m). Das 134 espécies examinadas, 24% eram exclusivas da borda da floresta e 57% de seu interior. Os resultados mostraram que tanto as áreas de preservação permanente como os arquipélagos de pequenos fragmentos: tendem a reter apenas um subconjunto da flora original; perdem sua composição florística e ecológica ao longo do tempo; e não conseguem manter as espécies de árvores raras nem as ameaçadas.

¹³ Diâmetro na altura do peito. Medida usada nas ciências florestais como linha de corte de inventários de vegetação.

Lima e Gascon (1999), comparando corredores ripários e áreas de floresta contínua na Amazônia, também constaram que larguras entre 140 e 190 metros são necessárias para assegurar similaridade entre as comunidades de pequenos mamíferos e de anfíbios. O mesmo tipo de recomendação foi feita por Tubelis *et al.* (2004), que sugeriram que os corredores ripários fossem ampliados no Cerrado, e mais, que houvesse uma complementação de savana conservada ao longo das matas de galeria. Isso contribuiria para a manutenção da avifauna característica das matas de galeria e ajudaria a conter o efeito de borda que afeta as outras espécies.

Pütz *et al.* (2011) fizeram uma simulação para investigar os efeitos de longo prazo dos processos de fragmentação sobre a estrutura e a dinâmica da comunidade de plantas de diferentes fragmentos remanescentes de floresta, no planalto atlântico em São Paulo. A análise mostrou que os fragmentos com menos de 25 hectares sofrem mudanças estruturais e perda de biomassa e de biodiversidade. As espécies tolerantes à sombra são as mais afetadas, seu número foi reduzido em mais de 60% por causa do aumento do efeito de borda. Os resultados sugeriram que os fragmentos de floresta sofrerão mudanças estruturais no longo prazo, levando a um empobrecimento da diversidade de espécies de árvores.

Metzger (2010) assinala que, para a maioria das espécies de plantas e vertebrados, a faixa de, no mínimo, 30 metros ao longo dos cursos d'água não é suficiente para assegurar a manutenção da biodiversidade numa escala temporal maior, pois tais faixas (as APP) não se revelam eficazes na promoção da conectividade da paisagem. O estreitamento das APP ripárias implica também na perda ou degradação de serviços ecossistêmicos florestais, tais como a proteção e regulagem dos corpos d'água e a manutenção da conectividade da paisagem, mesmo para as espécies florestais que não estão diretamente associadas a ambientes ripários.

A combinação ou a incorporação da área da reserva legal com as APP não faz sentido biológico, nem dialoga com a lógica de uma paisagem que deve preservar uma cobertura de vegetação nativa acima de 30%. De acordo com estudos científicos recentes (Pardini *et al.*, 2010), essa faixa de percentual representa um limiar importante, abaixo do qual os riscos de extinção de espécies aumentam muito rapidamente. Esse cálculo combinado tende a causar um efeito especialmente impactante, pois poderá favorecer a redução da cobertura florestal da Amazônia para níveis abaixo de 60%, percentual hoje considerado como um limiar crítico para a manutenção da conectividade (ou continuidade) física da floresta. Abaixo desse limiar, os ambientes tendem a ser mais fragmentados, com fragmentos menores, mais isolados e com maior risco de extinção de espécies e deterioração dos próprios fragmentos (causada por efeitos de borda e por incêndios florestais, entre outros fatores), além da perda de sua efetividade como ecossistemas funcionais (SBPC, 2012).

Conforme proposto pelos pesquisadores do Programa Biota/Fapesp (Rodrigues *et al.*, 2008), para o Estado de São Paulo, e por inúmeros estudos de fragmentação da paisagem, a localização das áreas de reserva legal deveria obedecer uma lógica que, combinada com as áreas de preservação permanente, favorecesse a conectividade entre remanescentes de vegetação nativa. A sinergia positiva, em âmbito local, da conexão entre fragmentos, faria com essa rede tivesse uma capacidade de conservação da fauna nativa significativamente superior à simples somatória da capacidade de cada fragmento isolado (Awade e Metzger, 2008; Boscolo *et al.*, 2008; Martensen *et al.*, 2008; Pardini *et al.*, 2010).

Apesar dos estudos obterem resultados diversos em relação à largura das APP, os dados e as análises realizadas nestes últimos anos permitem sustentar a importância da reserva legal e das APP, bem como indicam a necessidade de expansão das áreas das APP para limiares mínimos de pelos menos 100 m (50 m de cada lado do rio), independentemente do bioma, do grupo taxonômico, do solo ou do tipo de topografia.



O CASO DOS ANFÍBIOS

Segundo Toledo et al. (2010), o número de espécies de anfíbios que ocupam riachos (para reprodução e, conseqüentemente, sobrevivência) é inversamente proporcional à largura do riacho. Num estudo, tendo como base 136 espécies de anuros¹⁴ da Mata Atlântica que se reproduzem exclusivamente em riachos de interior de mata, esses autores observaram que 100% das espécies habitam riachos menores do que 5 metros de largura, cerca de 7,5% das espécies podem também ocorrer em riachos de até 10 metros de largura, e apenas uma espécie pode ocorrer em riachos entre 10 e 20 metros de largura. Nenhuma espécie é registrada em riachos ou rios maiores. Ou seja, a faixa prioritária para conservação de anfíbios é a que goza, segundo o Código Florestal, de menor proteção. Embora os anfíbios se reproduzam no riacho propriamente dito, muitas espécies utilizam as matas ciliares como abrigo e sítio de alimentação. Dessa forma, Toledo et al. (2010) afirmam que a redução da largura das APP, de 30 para 15 metros nas áreas que margeiam cursos d'água com largura inferior a 5 metros, presente no novo Código Florestal, causará declínios populacionais e eventualmente extinções de espécies de anfíbios que vivem em riachos. Além disso, as espécies que vivem na zona de várzea serão fortemente afetadas.

Para esses autores, a alteração da demarcação da faixa de APP às margens de corpos d'água para o leito menor (nas secas) e não o maior (nas cheias) também tem impacto sobre as populações de anfíbios, pois além de inúmeras espécies de

¹⁴ Ordem de animais pertencentes à classe dos anfíbios, que inclui sapos, rãs e pererecas.

anfíbios que se reproduzem diretamente em riachos, existem aquelas que utilizam lagoas temporárias no interior de matas, surgidas na época das chuvas e, muitas vezes, na região de várzea dos riachos. A destruição desses ambientes deve acarretar em declínio de espécies terrestres ou aquelas adaptadas à reprodução em corpos de água temporários.

Toledo et al. (2010) compilaram os possíveis prejuízos ligados à perda da diversidade de anfíbios, tais como:

- Prejuízos quantitativos e qualitativos na agricultura e poluição ambiental: os anfíbios se alimentam fundamentalmente de insetos e consomem uma quantidade massiva desses organismos por ano. A remoção dos anfíbios em um ambiente deve, portanto, acarretar em desequilíbrio ecológico, gerando surtos de pragas agrícolas. Essa situação já foi registrada na Índia, gerando necessidade de uso extensivo de inseticidas, causando prejuízos ao agronegócio e aumentando a poluição ambiental. Além disso, os autores chamam atenção para o número crescente de pessoas que vem buscando produtos orgânicos que só podem ser produzidos com auxílio de controle biológico feito pelos predadores como os anfíbios.
- Eutrofização de corpos d'água: uma boa parcela dos girinos (fase larval dos anfíbios) se alimenta de algas e a remoção dessas larvas dos ambientes aquáticos pode levar à eutrofização de rios e principalmente de reservatórios de água. Isso pode prejudicar o abastecimento de água potável para a população, além de encarecer o valor do seu tratamento para o consumo humano.
- Desequilíbrio de redes tróficas: os anfíbios, frequentemente, correspondem à maior biomassa de vertebrados terrestres em um ambiente e constituem a base da dieta de diversos organismos terrestres e aquáticos. Ademais, se alimentam de uma grande quantidade de invertebrados, proporcionando seu controle. Logo, a extinção ou declínio dos anfíbios de um ambiente deverá acarretar desequilíbrios em diversos níveis tróficos, prejudicando o ecossistema como um todo. Um dos possíveis efeitos derivados da redução dessas espécies nos ambientes onde houve redução ou eliminação de mata ciliar é o aumento de epidemias de doenças transmitidas por insetos vetores, tais como dengue, malária, febre amarela, dentre inúmeras outras.



O CASO DOS PEIXES

Casatti (2010) elencou as relações funcionais entre as florestas ripárias e a ictiofauna, organizando-as em três conjuntos principais: 1) transferência de energia solar ao ambiente aquático; 2) interceptação de nutrientes e sedimentos que adentram nos rios; 3) trocas de material orgânico entre o sistema terrestre e aquático.

Como os peixes são ectotérmicos, ou seja, incapazes de regular sua temperatura, dependem da temperatura externa para ajustar a sua própria. Como a retirada da floresta ripária expõe o meio aquático a temperaturas mais elevadas, o controle metabólico dos organismos ectotérmicos pode ser afetado. Além disso, com mais luz, há aumento de produção de algas, de plantas aquáticas e de cianobactérias, muitas delas tóxicas, que, em excesso, promovem eutrofização do ambiente, ocasionando mortandades de peixes. Com o aumento da temperatura e da quantidade de gases dissolvidos, como o oxigênio, a tolerância dos peixes a determinadas substâncias tóxicas, como a amônia, diminui e a reprodução dos peixes é afetada, pois a temperatura regula desde a fase de maturação gonadal até o desenvolvimento das larvas.

A orientação visual na busca por alimentos e no reconhecimento de parceiros, que tem papel fundamental na vida de muitas espécies de peixes, depende da quantidade e do tipo de luz que atravessa o dossel da floresta; para se esconderem de predadores, os peixes exploram manchas de luz no habitat, proporcionadas pelo sombreamento. Em todos esses casos, os peixes são prejudicados pela supressão das florestas ripárias, que leva a uma homogeneização da luz. Além disso, a radiação ultravioleta também pode ser letal para larvas de diversas espécies de peixes tropicais.

Casatti (2010) cita diversos estudos, feitos fora do Brasil, para mostrar que as florestas ripárias interceptam sedimentos, fertilizantes e pesticidas que adentram nos rios por intermédio do escoamento superficial ou subterrâneo. O aumento da sedimentação, derivado da remoção, alteração ou degradação da floresta ripária, possui influências negativas sobre a alimentação (Berkman e Rabeni, 1987; Rabeni e Smale, 1995), a capacidade de forrageio (Berkman e Rabeni, 1987) e o desenvolvimento das larvas de peixes (Morgan et al., 1983).

Citando estudos realizados na Austrália, nos Estados Unidos e em alguns ambientes tropicais, Casatti assinala que as florestas também influenciam as trocas de material orgânico entre o sistema terrestre e aquático. Tal material orgânico (folhas, troncos, frutos) serve como substrato para o desenvolvimento de microrganismos utilizados como alimento por invertebrados e peixes, promove abrigo para os peixes, funciona como marcações que ajudam a navegação dos peixes e, ainda, influencia o perfil hidráulico de cursos d'água. A diminuição do aporte desses elementos pode causar a diminuição da quantidade de espécies, densidade e biomassa dos peixes. Além disso, o sistema aquático exporta também elementos orgânicos para o sistema terrestre, principalmente por meio da eclosão de insetos que passam a fase juvenil na água. Esses insetos estão envolvidos em outros processos no meio terrestre, como a polinização, o controle de pragas e a alimentação de organismos insetívoros, demonstrando a ligação entre os componentes terrestres e aquáticos dos ecossistemas.

Com a alteração da maneira de demarcar a faixa de preservação permanente nas margens dos rios, que deixa de ser o leito maior, conforme o antigo Código Florestal, e passa a ser o leito regular, é possível que muitas alterações nas entradas de material orgânico e inorgânico, com conseqüências para todo o sistema aquático, sejam observadas. As árvores da floresta ripária são adaptadas a solos permanentemente saturados e as áreas laterais alagadas funcionam como biorreatores de processamento de matéria orgânica e estocagem temporária; durante as águas baixas, essas áreas recebem material alóctone (por exemplo, folhas, sementes, insetos) e trocam esse material com o curso d'água durante as cheias (Casatti, 2010). A mudança no método de definição da APP impacta diretamente essa função ambiental na área diretamente afetada pela dinâmica sazonal dos cursos d'água.



O CASO DAS AVES

Em paisagens fragmentadas, as florestas ripárias funcionam como corredores, aumentando a conectividade entre os fragmentos e facilitando o deslocamento de muitas espécies de aves de sub-bosque ao longo da paisagem (Martensen et al., 2008). Muitas aves florestais não têm a capacidade de atravessar áreas abertas, mesmo no caso de pequenos trechos sem floresta, como estradas (Develey e Stouffer, 2001). Para tais espécies, os corredores são elementos essenciais em sua distribuição. No Brasil, 17 espécies de aves ameaçadas de extinção dependem das florestas situadas ao longo dos rios para sua sobrevivência. Desse total, quatro estão criticamente ameaçadas - pato-mergulhão (*Mergus octosetaceus*), soldadinho-do-araripe (*Antilophia bokermanni*), macuquinho-baiano (*Eleoscytalopus psychopompus*) e tiê-bicudo (*Conothraupis mesoleuca*) - e suas populações, muito reduzidas (Develey e Pongiluppi, 2010).

A largura mínima das matas ripárias necessárias para a manutenção de populações viáveis de aves varia de acordo com a biologia de cada espécie e a sua sensibilidade aos distúrbios ambientais. Estudos na Amazônia demonstraram que faixas estreitas de mata abrigam uma menor riqueza e abundância de aves, especialmente no caso de grupos mais sensíveis, como espécies de bandos mistos de sub-bosque e insetívoros terrestres (Lees e Peres, 2008). Esses autores recomendam que, para a manutenção da integridade da avifauna em paisagens fragmentadas na Amazônia, as APP deveriam ter um mínimo de 200 metros de mata em cada lado do rio.

Ramos e Anjos (2014) examinaram duas florestas ripárias de diferentes larguras, avaliando riqueza, composição e abundância de espécies de aves numa área de

transição entre a Mata Atlântica e o Cerrado, no Estado do Paraná. A primeira faixa tinha 40 metros de largura, 20 de cada lado do rio, mas em alguns trechos se estreitava até uns 15 metros no total e atravessava áreas rurais e urbanas. Tratava-se de uma floresta secundária, com um dossel relativamente aberto e algumas áreas cobertas por cipós e lianas. A segunda faixa tinha em média 100 metros de largura, 50 de cada lado do curso d'água, em suas partes mais estreitas, mas excedia 100 metros em vários trechos. Essa faixa é parte de uma floresta contínua e está num estado de conservação melhor que a primeira, com menos perturbação antrópica. A distância entre as faixas era de 6 km. Os resultados mostraram que a largura, combinada com o estado de conservação, altera a riqueza, a abundância e a composição das aves florestais. A diversidade dessas aves cresceu 30% quando a largura passa de 40 metros para 100 metros em média. Além disso, foi observada uma prevalência de espécies endêmicas na segunda faixa, agregando evidências de que a qualidade do corredor é fundamental para a manutenção da dinâmica das espécies em uma determinada região.

Banks-Leite et al. (2010) analisaram, por dois anos, 31 faixas de florestas em fragmentos de vegetação secundária na Mata Atlântica e observaram a redução do efeito de borda em faixas mais extensas. Tal efeito causa decréscimo na riqueza e na abundância de muitas espécies de aves de sub-bosque.

Zurita e Bellocq (2010) examinaram os fatores da paisagem que influenciam os padrões de similaridade¹⁵ entre as comunidades de aves em fragmentos florestais e ambientes de floresta contínua na Mata Atlântica. Seus resultados mostram que a cobertura de floresta é a primeira variável para explicar os padrões de similaridade nas comunidades de aves, que declina rapidamente quando a cobertura florestal baixa da faixa entre 20% e 40%. Observaram, também, que as comunidades de aves nativas são menos afetadas em paisagens dominadas por plantação de árvores do que naquelas onde prevalece a agricultura com espécies anuais ou pastos. Concluíram que, se a perda de cobertura florestal se limitar a 30% a 40% da matriz da paisagem e se os ambientes modificados pelas atividades humanas forem manejados de forma adequada, é possível manter a estrutura e a composição da comunidade de aves nativas da floresta na Mata Atlântica.

¹⁵ A diversidade das espécies abarca a riqueza e a abundância de espécies presente em uma unidade geográfica definida. Há muitas pesquisas sobre os padrões para explicar essa diversidade. Uma forma de medir é checar se as comunidades em áreas diferentes são similares ou não e correlacionar esses padrões com o ambiente onde as comunidades estão. A variação entre os padrões de similaridade dá uma ideia da diversidade de espécies da comunidade. No caso do texto, quer dizer que a diversidade de espécies cai quando a cobertura vegetal declina, não é apenas o número de espécies, mas a modificação da estrutura da comunidade (riqueza, abundância, distribuição).

O impacto da redução da largura das APP não é negativo apenas para a avifauna, mas também para a própria agricultura. Experimentos realizados na América Central demonstraram que a taxa de remoção de artrópodes no campo, incluindo pestes, aumenta conforme aumenta a riqueza de espécies de aves (Philpott et al., 2009, citado por Develey e Pongiluppi, 2010). Em lavouras de café, também na América Central, foi observado que as aves reduzem significativamente a infestação do besouro *Hypothenemus hampei* nos cafezais, uma das pragas mais danosas para essas plantações em todo o mundo (Johnson et al., 2010). Esses estudos indicam que a integração da produção com a conservação da biodiversidade pode caracterizar um sistema em que todos saem ganhando. Estudos similares, quantificando o papel das aves no controle de pragas e os benefícios para a agricultura, são relativamente recentes e, no caso do Brasil, ainda ausentes. Os experimentos realizados em outras regiões tropicais fornecem base para a ideia de que a manutenção e recuperação de áreas de reserva legal e APP representam ganhos não só para a biodiversidade, mas também para a agricultura, por meio da manutenção de importantes serviços ambientais.



O CASO DOS MAMÍFEROS

Nas paisagens dominadas pelas atividades humanas, a vasta maioria dos mamíferos neotropicais¹⁶ depende da existência de áreas de vegetação natural preservadas para assegurar sua sobrevivência. As exceções são algumas espécies de roedores, marsupiais e morcegos que vivem em ambientes urbanos ou agrícolas. Os mamíferos exercem papéis fundamentais na dinâmica dos ecossistemas, seja como predadores de topo de cadeia alimentar, que regulam herbívoros generalistas, seja como polinizadores, dispersores e predadores de sementes, que influenciam a regeneração da vegetação ou provendo recursos para as espécies que desempenham funções ecológicas importantes (Galetti et al., 2010).

Os elementos de conectividade, como as APP, são fundamentais para a manutenção das populações de mamíferos, pois ligam populações que, sem esses corredores, ficariam isoladas. A largura das faixas de floresta ripária influencia na possibilidade real de conectividade. Além dessa importante função, os corredores servem como habitat, abrigando populações de espécies nativas de mamíferos de menor porte (Lima e Gascon, 1999). Dessa maneira, a presença de corredores em paisagens fragmentadas leva ao aumento da abundância e riqueza dessas espécies em pequenos fragmentos (Pardini et al., 2005), contribuindo para a persistência dessas populações no médio e no longo prazos. No Cerrado, as matas de galerias são fundamentais como abrigos para os peque-

¹⁶ Mamíferos neotropicais são os encontrados na região biogeográfica conhecida como neotropical: América do Sul, América Central, Caribe, sul do México e da península da Baixa Califórnia e sul da Flórida (EUA).

nos mamíferos, pois funcionam como refúgios para as espécies durante as queimadas (Vieira e Marinho-Filho, 1998).

Pardini et al. (2010) examinaram a distribuição de 39 pequenos mamíferos não voadores em três fragmentos de Mata Atlântica e em três parcelas equivalentes numa área de floresta contínua, no planalto atlântico paulista, com a finalidade de testar um modelo para explicar quais os fatores que determinariam, em paisagens fragmentadas, os padrões de diversidade e de distribuição de espécies de mamíferos. Esse modelo conceitual pressupõe que a distribuição e a abundância das espécies que dependem da vegetação nativa em paisagens fragmentadas é mediada por dois fatores: a disponibilidade de recursos, determinada essencialmente pelo tamanho dos fragmentos, e pelas taxas de migração na paisagem, determinada pela conectividade entre os fragmentos habitados.

A perda de vegetação natural é tida como razão para a diminuição da resiliência ecológica, por meio da redução da migração na escala da paisagem. Ou seja, se a cobertura de vegetação natural é grande, as taxas de migração são altas, dada a proximidade dos fragmentos, o que leva a uma rápida recuperação de perdas de espécies em âmbito local.

Assim, as densidades das espécies e dos indivíduos em cada uma delas são altas, independente das diferenças de tamanho de cada fragmento. À medida que a cobertura vegetal diminui, a conectividade entre os fragmentos decresce, ao ponto em que a persistência de uma espécie num determinado fragmento passa a depender do seu tamanho, dado que as taxas reduzidas de migração são insuficientes para a manutenção de populações menores que, por sua vez, se tornam mais vulneráveis à extinção local causada por eventos aleatórios. Nessa situação, quando ainda há suficiente cobertura vegetal, a presença de algumas espécies fica reduzida aos fragmentos maiores, mas o conjunto de espécies da região é mantido e a resiliência ecológica não é ameaçada de fato.

Nesse ponto, se a cobertura vegetal continua decrescendo, a perda de espécies dos fragmentos menores aumenta o isolamento das populações remanescentes presentes na paisagem, tornando a persistência das espécies nos fragmentos maiores também vulneráveis a perdas adicionais de vegetação na escala da paisagem. Ao mesmo tempo, numa paisagem com cobertura florestal reduzida (~10-20%), novas perdas pequenas na vegetação nativa resultam num crescimento exponencial da média e da variância das distâncias entre os fragmentos. Juntos, esses processos erodem a conectividade da paisagem até o ponto que fragmentos grandes também estejam sujeitos à extinção local e o efeito do tamanho dos fragmentos se perde. A resiliência ecológica é então ameaçada e o sistema passa por uma transformação caracterizada pela perda da maioria das espécies dependentes da vegetação natural, tanto nos fragmentos, quanto na escala da paisagem e

pela proliferação das espécies generalistas, que exploram com êxito os habitats alterados pelas atividades humanas¹⁷.

Esse modelo, segundo Pardini et al. (2010), leva a três consequências: 1) reafirma a importância vital de se desenvolver um planejamento de conservação levando em conta os processos que ocorrem na escala da paisagem; 2) enfatiza o potencial de manutenção de altos níveis de biodiversidade e resiliência ecológica em paisagens antropizadas onde uma razoável quantidade de cobertura vegetal nativa persiste; e 3) indica que as oportunidades para aumentar a biodiversidade por meio de manejo local e restauração de vegetação nativa são maiores em níveis intermediários de cobertura vegetal. Em paisagens com essas características, as taxas de migração são reduzidas e a biodiversidade fica concentrada nos fragmentos maiores, mas a maioria das espécies do local é mantida, garantindo que o sistema ainda tem potencial para responder às intervenções de conservação.

As implicações dessas consequências para uma paisagem composta de APP e de reservas legais são diretas. Se há uma quantidade desses elementos capaz de garantir um nível intermediário de cobertura vegetal, a possibilidade de assegurar altos níveis de biodiversidade é grande e as oportunidades de manejo estão presentes.

Naxara (2008) avaliou a importância dos corredores ripários para a fauna de pequenos mamíferos na Mata Atlântica. Em quatro sistemas compostos por fragmento–corredor–fragmento, foram examinados tanto o conjunto de pequenos mamíferos, como a qualidade do habitat, mediante a estrutura da vegetação e a disponibilidade de recursos alimentares para a fauna. Concluiu que os corredores ripários funcionam como elemento conector para a fauna endêmica de pequenos mamíferos da Mata Atlântica, amenizando os efeitos deletérios da fragmentação. No que tange à avaliação da qualidade do habitat entre os corredores ripários, e bordas e interiores de fragmentos secundários, seus resultados sugeriram que, ao contrário do observado em florestas tropicais primárias, em florestas tropicais secundárias não há um efeito de borda claro sobre a qualidade do habitat em termos de estrutura da vegetação ou disponibilidade de alimento para a fauna de pequenos mamíferos, nem mesmo em faixas de conectividade, como os corredores. Ou seja, a queda de qualidade dos habitats, que impacta negativamente a fauna, é maior na transformação da floresta primária em uma vegetação secundária. Já na vegetação secundária, as características do ambiente não mudam de maneira significativa

¹⁷ As espécies generalistas proliferam substituindo as espécies que são características de uma área. Essa substituição pode causar a extinção local de espécies e grandes mudanças na estrutura das comunidades naturais, provocando impactos negativos sobre a fauna e sobre outras espécies da flora e de micro-organismos. Sabiá-laranjeira, sanhaço, pica-pau, gambá e diversas espécies de morcego são exemplos de espécies generalistas.

ao longo dos corredores e dos fragmentos. Apesar desses elementos funcionarem como conectores, eles não possuem habitats com as mesmas qualidades que as florestas tropicais primárias.

Há, ainda, o caso específico das várzeas que, na Amazônia, constituem aproximadamente 70% dos 17% da região que são sazonalmente inundados. As comunidades de mamíferos desses ambientes são distintas daquelas das florestas de terra firme adjacentes, no que tange à composição, abundância e biomassa. Há uma predominância de mamíferos arborícolas e há várias espécies de primatas, roedores e marsupiais que ocorrem exclusivamente nas florestas de várzea. Outras espécies, como o peixe-boi, usam as várzeas como parte de seus ciclos de vida (Galetti et al., 2010). Com a mudança da legislação, as áreas de preservação permanente passaram a ser definidas pelo leito normal do rio, o que fez com que grandes extensões de várzea, antes protegidas, passassem a não gozar de nenhum status especial. Tal cenário aponta para o crescimento do risco para essas espécies.

Um agravante é que, em ambientes onde a maioria das espécies florestais já foram extintas, os fragmentos remanescentes dessas paisagens altamente desmatadas são dominados por espécies generalistas. Um exemplo é o *Oligoryzomys nigripes*, um roedor hospedeiro do vírus responsável pela hantavirose humana na Mata Atlântica, uma doença fatal. Não apenas sua elevada abundância aumenta as taxas de transmissão e o sucesso reprodutivo do patógeno, como recentes trabalhos experimentais na América Central mostram que uma redução na diversidade de mamíferos não voadores tem um efeito no aumento da prevalência do hantavírus nas populações que são hospedeiras primárias (Pardini et al., 2010). Não por coincidência, alguns casos de hantavirose fatais em humanos têm sido registrados em áreas onde houve recente desmatamento. Esse cenário indica que a mudança do Código Florestal e a consequente redução das reservas legais podem levar a perdas bruscas, provavelmente não reversíveis, de biodiversidade nas paisagens modificadas pelas atividades humanas, com consequências graves para o controle ou redução do risco de doenças.



O CASO DOS RÉPTEIS

Quase 10% de todas as espécies de répteis reconhecidas no mundo ocorrem no Brasil, mas sabe-se que a quantidade de espécies é bem maior, pois há muitas espécies não descritas. Só no século XXI, foram descritas mais de 80 espécies. Há um declínio de várias espécies em ambientes tropicais com alta pressão antrópica e atribui-se à perda de habitat o principal fator de ameaça de extinção de répteis.

Um exemplo é o conjunto de espécies descrito para a Serra do Mar. Das 80 espécies que se conhece ali, 12 estão restritas às áreas de altitudes elevadas, sendo diretamente afetadas pela redução de áreas de preservação permanente em topos de morros. Outro exemplo são as 60 espécies de serpentes que habitam as matas de galeria que margeiam cursos d'água no Cerrado, e que representam cerca de 40% da biodiversidade de serpentes desse bioma. Pelo menos metade dessas espécies depende dessas florestas ripárias para sua sobrevivência, e sua redução tornará ameaçadas muitas dessas espécies que atualmente não se encontram em perigo (Marques et al., 2010).

Marques et al. (2010) ressaltam que grande parte dos répteis brasileiros não é capaz de sobreviver em ambientes muito antropizados, incluindo as florestas plantadas com espécies exóticas. Um estudo (Spina e Martins, não publicado, citado por Marques et al., 2010) realizado na região de Itirapina, Estado de São Paulo, comparou a herpetofauna de uma área preservada de campo cerrado com a de uma área contígua de plantação de eucalipto. Menos de um terço das espécies encontradas no campo cerrado adjacente foi encontrada dentro do eucaliptal, evidenciando o forte efeito

negativo advindo da substituição da vegetação nativa por uma plantação de árvores. Em uma área de Mata Atlântica, no litoral sul de São Paulo, na região da Jureia, a substituição da mata por bananais causou a diminuição da abundância de serpentes arborícolas do gênero *Chironius*, que, assim como outros répteis arborícolas, parecem depender fortemente das condições estruturais da vegetação original (Marques et al., 2010). Resultados semelhantes foram obtidos por Pontes et al. (2009) estudando a comunidade de serpentes da Serra do Medanha, no Estado do Rio de Janeiro, em três tipos de ambientes: mata pouco perturbada, mata secundária e monocultura de bananeiras. Os autores observaram uma acentuada redução na abundância, riqueza, diversidade e biomassa de serpentes quando a floresta nativa é substituída pela monocultura de bananeiras.

Entre as espécies que correm o risco de desaparecer, estão algumas que poderiam fornecer moléculas com potencial farmacêutico. O veneno da jararaca (*Bothrops jararaca*), espécie endêmica da Mata Atlântica, deu origem ao medicamento Captopril, um anti-hipertensivo que ajuda milhões de pessoas e que garante muitos lucros à indústria farmacêutica. Como os venenos da maior parte das serpentes brasileiras ainda são pouco estudados, possivelmente moléculas ainda desconhecidas serão perdidas com a extinção dessas espécies (Marques et al., 2010).



O CASO DOS POLINIZADORES

Desde 2000, a Convenção sobre Diversidade Biológica possui uma iniciativa internacional para conservação e uso sustentável dos polinizadores com os seguintes objetivos: 1) monitorar o declínio de polinizadores, sua causa e seu impacto sobre os serviços de polinização; 2) suprir a falta de informações taxonômicas sobre polinizadores; 3) avaliar os valores econômicos da polinização e do impacto do declínio dos serviços de polinização; e 4) promover a conservação, a restauração e o uso sustentável da diversidade de polinizadores na agricultura e nos ecossistemas relacionados. No âmbito dessa iniciativa, muitos estudos foram feitos e muitos dados levantados.

Imperatriz-Fonseca e Nunes-Silva (2010) identificaram pesquisas realizadas no Brasil que abordam o valor econômico dos polinizadores. Enfatizam que, mesmo em espécies onde ocorre a autofecundação e, portanto, não há obrigatoriedade da atuação de agentes polinizadores (por exemplo, café, canola e soja), ocorre um aumento considerável da produção se a cultura for beneficiada com a visita de abelhas polinizadoras (Veddeler et al., 2008, *apud* Imperatriz-Fonseca e Nunes-Silva, 2010). No café, estudos realizados em várias partes do mundo revelam um aumento de produtividade de 14% a 50%, dependendo do quanto a paisagem circunvizinha é receptiva aos polinizadores. No caso da canola, estudos recentes (Durán et al., 2010, *apud* Imperatriz-Fonseca e Nunes-Silva, 2010) mostram um aumento de 53% nas plantas polinizadas. No caso da mamona (Rizzardo, et al., 2008, *apud* Imperatriz-Fonseca e Nunes-Silva, 2010), embora o nectário seja extrafloral, os cultivos com abelhas apresentaram não apenas um aumento de 5% na produtividade, mas também uma

melhor qualidade do óleo obtido. Para as árvores da floresta, Imperatriz-Fonseca e Nunes-Silva (2010) enfatizam a dependência dos polinizadores que as diversas espécies possuem: o cupuaçu não frutifica sem abelhas pequenas; a castanha do Brasil depende de espécies de abelhas grandes e fortes como polinizadoras; o açaí é totalmente dependente de polinizadores para produzir seus frutos; e o dendê depende de polinização por besouros.

Algo entre 60% e 80% das espécies de plantas silvestres e cerca de 35% da produção agrícola mundial dependem de um polinizador. Kremen et al. (2007) desenvolveram um modelo conceitual para explicar como os serviços de polinização respondem às alterações de uso da terra. Eles focaram na abelha, pois além de ser o polinizador preponderante e mais importante economicamente, é sobre o qual há mais informação, quando se considera o mais relevante polinizador das culturas agrícolas, a *Apis mellifera*. A resposta das abelhas, suas populações e comunidades às mudanças de uso da terra é altamente dependente da distribuição temporal e espacial de recursos florais, necessários para a nidificação em relação à capacidade de forrageamento e dispersão das abelhas. Mais especificamente, estudos mostraram que a riqueza de espécies de abelhas depende da diversidade de fontes de néctar, do conteúdo de energia do néctar e da morfologia da flor. As mudanças de uso da terra alteram a distribuição desses recursos, afetando as abelhas. As alterações na configuração da paisagem conduzem a mudanças no comportamento de forrageamento dos polinizadores.

Maués e Oliveira (2010) estudando os efeitos da fragmentação do habitat sobre a ecologia das espécies arbóreas na Amazônia, assinalam que a redução do número de indivíduos das populações dessas espécies, devido à retirada de madeira, afeta a saúde reprodutiva das árvores. Além disso, esse processo leva também a uma redução de doadores de pólen e da quantidade provável de pólen compatível depositado nos estigmas das flores, o que pode levar a uma redução na taxa de frutificação e à deriva genética. Esses autores também relatam a redução da taxa de deposição de pólen em indivíduos de *Symphonia globulifera* em uma área submetida ao corte seletivo de madeira na Floresta Nacional do Tapajós.

No mesmo local, entretanto, submetida às mesmas condições de manejo, *Dipteryx odorata* apresentou uma resposta oposta, com aumento significativo na taxa de pólen depositada nos estigmas. Houve também mudanças na composição dos polinizadores das duas espécies após o corte seletivo. No mesmo estudo, outras espécies (por exemplo, *Bagassa guianensis*, *Carapa guianensis* e *Jacaranda copaia*) não sofreram nenhuma alteração quanto ao fluxo de pólen ou composição de polinizadores. Essas diferentes respostas se derivam do comportamento dos polinizadores, considerando os diferentes raios de dispersão de pólen, em função de sua capacidade

de voo. Beija-flores e morcegos são considerados polinizadores de longa distância, assim como as abelhas da tribo Euglossini que podem voar até 23 km em busca de alimento; em contrapartida, os meliponíneos (por exemplo, *Cephalotrigona capitata* e *Melipona panamica*) forrageiam em uma distância de 1,2 km até 1,5 km do ninho. Tal situação evidencia a importância de conhecer a biologia reprodutiva das espécies para poder compreender os efeitos da fragmentação, para realizar atividades de manejo e para colocar em práticas ações de restauração.

NOVAS TENDÊNCIAS APÓS AS MUDANÇAS DO CÓDIGO FLORESTAL

Uma tendência que vem se consolidando, nos últimos anos, é a ampliação da pesquisa em restauração e sua combinação com a perspectiva da ecologia da paisagem. Em 2013, a revista *Natureza e Conservação*, dedicou um volume especial a essa questão, editado por Metzger e Brancalion. No editorial, esses autores introduzem a ideia de “*neolandscapes*”, ou seja, paisagens onde soluções são criadas, a partir da restauração, para conciliar a manutenção da biodiversidade e dos serviços por ela assegurados, e o uso produtivo da terra. Eles ressaltam que esse novo “paradigma” da restauração com uma perspectiva de “paisagem” transcende a ideia de restaurar “áreas”. Nesse mesmo volume, Leite et al. (2013) fazem uma revisão do tema, examinando 54 casos de integração entre ecologia da paisagem e restauração ecológica.

Ainda no mesmo volume, Pereira et al. (2013) avaliaram a influência da percentagem da cobertura florestal remanescente e a distância entre os fragmentos na regeneração das espécies madeireiras em uma área de Mata Atlântica altamente fragmentada, e observaram que a abundância de plantas em regeneração em áreas com corredores ripários era o dobro do que em áreas sem conectividade. Garcia et al. (2013) apresentam uma comparação detalhada do Código Florestal anterior e do vigente, mostrando que há uma redução de cerca de 50% da extensão a ser restaurada em função da mudança da largura das APP. Foram examinados dois casos, o primeiro envolvendo duas unidades de manejo de recursos hídricos, no Estado de São Paulo, uma no Cerrado e outra na Mata Atlântica; e o segundo abarcando 57 pequenas propriedades privadas em Mato Grosso, Minas Gerais, Bahia e Distrito Federal.

ANÁLISE DE LACUNAS E OPORTUNIDADES

A maior das lacunas das pesquisas que são usadas para dar base científica às regras de conservação de vegetação no Código Florestal está ligada à escala dos estudos desenvolvidos, tanto espacial quanto temporal. Diante das limitações do fomento à pesquisa no país, não há muitos estudos de longo prazo que possam gerar dados mostrando os impactos da destruição da cobertura vegetal sobre os vários aspectos – água, solos, biodiversidade – nem mesmo no médio prazo. A escala espacial é também uma limitação que impacta as inferências que se pode fazer a partir dos dados que têm sido gerados. Em alguns biomas, como na Mata Atlântica, onde há uma maior tradição de pesquisa

e agências de fomento mais ativas, tais limitações são menores. Outros biomas, como o Cerrado e a Caatinga, carecem enormemente de dados sobre os impactos da remoção e redução da cobertura vegetal. Na Amazônia, apesar de haver um conjunto de dados importante, as lacunas têm a mesma extensão e diversidade desse bioma.

Outra lacuna importante diz respeito às espécies estudadas. A ideia de que há um limiar em torno de 30% a 40% de cobertura vegetal natural mantida para assegurar a permanência da biodiversidade se dá com base em estudos de algumas espécies e inferências para outros organismos. Pardini et al. (2010) ressaltam que tem havido poucos estudos sobre as consequências das mudanças na cobertura vegetal nativa sobre as múltiplas espécies e ainda assinalam que os poucos que existem incorporam desenhos experimentais inadequados ou são afetados por variáveis incontrolláveis. Essa situação coloca em xeque as afirmações sobre a extensão da cobertura vegetal que funciona como limiar abaixo do qual não é possível garantir a integridade dos processos biológicos que asseguram a presença da biodiversidade e dos serviços que ela gera.

Esses autores ainda enfatizam que, apesar do número crescente de estudos ilustrando a importância da manutenção da vegetação nativa na escala da paisagem para a biodiversidade, testes empíricos sobre os potenciais efeitos de um limiar têm se restringido a espécies individuais ou interações entre a cobertura vegetal total e a configuração da paisagem. Em muitos casos, diante das diferenças de configuração da paisagem, dos diversos tamanhos de fragmentos e de sua distribuição, os resultados são postos em dúvida. Assim, até mesmo a relevância de um limiar para a manutenção da biodiversidade vem sendo questionada. Há uma concordância de que não há um limiar universal, mas muitos também acreditam que, em cenários de mudanças significativas na paisagem, haveria limiares variáveis para espécies e regiões. Uma das dificuldades para delinear tais limiares está na determinação das taxas de migração das espécies que dependem de muitos fatores, como as diferenças entre suas habilidades de dispersão, a especialização nos habitats e a qualidade da matriz antropogênica¹⁸.

Desafios para a compreensão das consequências da perda de habitat e da fragmentação, segundo Pardini et al. (2010), giram em torno das possibilidades de testar previsões ligadas a modelos que descrevem as mudanças na paisagem para os vários grupos taxonômicos e sistemas ecológicos em escala experimental e em paisagens reais; do entendimento dos processos de migração na paisagem ao mesmo tempo que a cobertura vegetal continua diminuindo; da avaliação da efetividade da restauração da vegetação

¹⁸ A matriz antropogênica é a paisagem alterada pelas atividades humanas. A qualidade dessa paisagem depende dos tipos de ocupação e de atividades econômicas desenvolvidas, dos impactos causados por elas e da quantidade dos remanescentes de vegetação natural e da qualidade de seus habitats.

nativa em diferentes contextos de paisagem; e dos estudos sobre as consequências em longo prazo da mudanças na biodiversidade para as funções e serviços ecossistêmicos.

O mesmo ocorre com a largura da faixa ripária. Como assinala estudo desenvolvido pela SBPC (2012), um dos desafios importantes da pesquisa hoje é fornecer subsídios robustos para dimensionar as largas marginais ripárias adequadas para que as APP cumpram suas funções de garantir a integridade dos serviços ambientais esperados. Para tanto, há características que devem ser levadas em conta, para além da própria cobertura vegetal, tais como a profundidade do lençol freático, a textura e a espessura dos solos, e as declividades adjacentes aos cursos d'água. Faltam ainda pesquisas que juntem esses elementos com a análise do fluxo gênico das espécies e a integridades dos processos mantenedores de biodiversidade.

Tundisi e Matsumura Tundisi (2010), por exemplo, reafirmam que a manutenção das florestas das áreas alagadas é de fundamental importância para a estabilidade dos ciclos hidrológicos e biogeoquímicos e dão condições de sustentabilidade à agricultura. Assinalam que a “remoção de vegetação e áreas alagadas para aumento de área agrícola comprometerá, no futuro, a reposição de água nos aquíferos, a qualidade de água superficial e subterrânea, com custos econômicos, perda de solo, ameaças à saúde humana e degradação dos mananciais, exigindo sistemas de tratamento mais sofisticados e de custo mais elevado, em contraposição ao papel regulador dos ciclos naturais realizado pelas florestas e áreas alagadas.” Apesar de se acumularem as evidências sobre a importância da manutenção da cobertura vegetal para a conservação dos recursos hídricos, faltam dados detalhados sobre os processos biológicos envolvidos e sobre métodos de trabalhar nas *neolandscapes*¹⁹.

Outro exemplo é assinalado por Develey e Pongiluppi (2010), que chamam atenção para a pequena quantidade de estudos que quantificam o papel das aves no controle de pragas e os benefícios para a agricultura no mundo e para a situação no Brasil, onde esse tipo de estudo ainda não existe.

Lees e Peres (2008) inferem que os dados obtidos em seus estudos devem representar outras situações presentes em outras regiões da Amazônia e sugerem que as APP ao longo de rios deveriam manter pelo menos 200 m de área florestada de cada lado do rio para que haja uma plena conservação da biodiversidade. Faixas ripárias menores conservariam apenas uma parcela das espécies. Como Metzger (2010), afirma que em todas as paisagens deveriam ser mantidos corredores ripários, dados os seus benefícios para a

¹⁹ Segundo Metzger e Brancalion (2013), as *neolandscapes* são novas configurações da paisagem, derivadas da restauração, cujo objetivo é conciliar uso e conservação. Para esses autores, as *neolandscapes* podem ser consideradas paisagens culturais para atenderem, no futuro, as demandas de um mundo em transformação.

conservação das espécies, independentemente do bioma ou do grupo taxonômico considerado. Não resta dúvida sobre a importância das faixas ripárias para a conservação da biodiversidade e de seus serviços, mas ainda não há informações para cobrir a diversidade e a complexidade derivada das múltiplas espécies, grupos taxonômicos e suas interações. Vale aqui apontar uma importante lacuna que diz respeito à extrapolação de dados, ou seja, pouco se sabe até que ponto resultados obtidos em uma dada região ou mesmo numa dada floresta podem ser extrapolados para florestas em outras regiões e até mesmo em outros continentes.

Se a restauração da paisagem e o estabelecimento de novas configurações da paisagem estão na ordem do dia, inclusive a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) está discutindo uma Iniciativa de Restauração de Ecossistemas Florestais, novos desafios também se colocam. Há necessidade de um maior entendimento das relações entre a estrutura da paisagem e os processos ligados à restauração florestal. Até o momento, não foram desenvolvidos muitos estudos, nem tampouco arcabouços conceituais e metodológicos, que explorem essa desejável integração entre a ecologia da paisagem e a restauração ecológica (Metzger e Brancalion, 2013).

Um levantamento feito para subsidiar as negociações em torno da Iniciativa de Restauração de Ecossistemas Florestais da CDB assinala que enquanto os estudos que almejam quantificar os benefícios da restauração são raros, há muito mais pesquisas constatando os impactos negativos da degradação. O documento ressalta, inclusive, que avaliações em sítios ou ecossistemas específicos poderiam ser úteis para os processos de tomada de decisão (Caspari et al., 2014).

Questões relativas aos níveis em que a biota das florestas tropicais pode se manter em paisagens antropizadas ou relativas às formas de manejo que são mais efetivas para o aumento da persistência de espécies florestais, numa determinada escala espacial e temporal e considerando as rápidas mudanças globais, só agora começam a ser abordadas, e o conhecimento existente ainda é incipiente. Chegar a respostas práticas para tais questões não é um processo fácil, dado que os padrões ligados à biodiversidade são resultados de uma miríade de dinâmicas que interagem e que variam significativamente ao longo das paisagens, das regiões e do tempo (Gardner et al., 2009).

Apesar de haver sérias limitações financeiras e logísticas para a coleta de informações quantitativas e qualitativas sobre a biodiversidade, há também limitações epistemológicas que devem ser consideradas. Essas limitações estão relacionadas com os marcos teóricos usados na compreensão dos processos biológicos e com enfoques de análise reducionistas que permeiam a interpretação dos dados relativos à biodiversidade. A superação dessas limitações é fundamental para um avanço significativo nesse campo.

Outra questão que persiste são os erros de medição e as análises tendenciosas dos dados, que podem resultar em estimativas imprecisas das necessidades de conservação nas áreas perturbadas (Gardner *et al.*, 2009; Pardini *et al.*, 2010).

Gardner *et al.* (2009) fizeram um bom levantamento das perspectivas das florestas tropicais nesse mundo alterado pelas atividades humanas. Com base nesse estudo, podemos apontar as seguintes questões que se traduzem em lacunas de informação, dados e pesquisas:

- A compreensão da manutenção da integridade da biodiversidade é derivada de informações sobre um conjunto muito pequeno de espécies: a sobrevivência das espécies em ambientes modificados depende de características naturais, bem como dos processos funcionais de cada espécie. A extrapolação de padrões genéricos de persistência de biodiversidade de dados de poucas espécies é comum, apesar de que a maior parte dos estudos que analisaram vários táxons mostra que há pouca congruência entre os táxons nos padrões de resposta às perturbações. Isso se dá, em parte, porque as diferentes espécies têm comportamentos diversos diante das mudanças da paisagem em escalas temporais e espaciais, devido ao uso de habitats e recursos de cada uma e devido à sensibilidade à fragmentação.
- Os estudos que abordam espécies individuais dificilmente tratam das prioridades de conservação: a compilação de informações sobre as tendências das espécies à extinção e as prioridades de conservação específicas para cada espécie podem ajudar a aumentar o entendimento sobre as consequências das atividades humanas sobre a biodiversidade. Há, porém, poucos estudos nesse sentido e, além disso, em muitos locais, é difícil identificar quais eram as espécies que compunham o ambiente originalmente.
- A pesquisa e o manejo devem integrar toda a paisagem: ações de manejo com fins de alteração da estrutura da paisagem, dos regimes de perturbação e de restauração devem se dar na escala da paisagem. Isso significa que a pesquisa ecológica deveria adotar essa mesma perspectiva, considerando um arcabouço conceitual de interações complexas entre elementos estruturais e bióticos nas paisagens antropizadas. Deveria, ainda, priorizar a análise de como tais elementos se combinam em propriedades emergentes que podem ser avaliadas e manejadas para a conservação. Ainda há poucos dados levando em conta essa visão integrada da paisagem.

O Projeto Ecofor: Biodiversidade e funcionamento de ecossistemas em áreas alteradas pelo homem nas florestas Amazônica e Atlântica²⁰ pretende resolver algumas dessas lacunas por meio de suas três linhas de atuação:

1. Estabelecimento da primeira rede de sítios de estudo intensivo e acompanhamento em longo prazo, ao longo de um gradiente de florestas intactas e alteradas na Amazônia, e aprimoramento da rede de sítios de áreas alteradas e intactas na Mata Atlântica;
2. Complementação desses sítios de estudo intensivo com uma rede de parcelas em diversas microbacias na Amazônia e na Mata Atlântica, que permitirá extrapolar dados de biodiversidade, estoques de carbono e serviços ambientais para a escala da paisagem;
3. Desenvolvimento de uma visão integrada ao longo de gradientes de alteração humana, permitindo uma abordagem multiescalar espacial e temporal.

Além da questão da escala temporal, espacial e de abordagem, já mencionada anteriormente, uma das mais críticas lacunas é falta de um conjunto de ferramentas que permita diminuir o tempo e a distância entre a produção do conhecimento ecológico e a tomada de decisão política. Vale, porém, assinalar, como já foi feito na parte introdutória desse texto, que a maior lacuna não é de conhecimento e sim de compromisso com o tema por parte dos tomadores de decisão.

²⁰ Trata-se de uma pesquisa realizada no âmbito do programa de pesquisa colaborativa “Human Modified Tropical Forests (Florestas Tropicais Modificadas pelo Homem)”, lançado em 2012 pela Fafesp e pelo Natural Environment Research Council (NERC), um dos Conselhos de Pesquisa do Reino Unido (RCUK, na sigla em inglês). Veja em: <http://migre.me/mFNDz>.

RECOMENDAÇÕES GERAIS

Embora possamos enumerar muitas recomendações derivadas deste trabalho, três delas são fundamentais e podem fazer uma diferença significativa na manutenção da cobertura da vegetação e no que dela deriva, como a conservação da biodiversidade e a perpetuação dos serviços ambientais fundamentais para assegurar a qualidade de vida das pessoas e quiçá até a própria existência da nossa espécie.

A primeira se refere à necessidade de planejar o uso da terra, levando em consideração o conhecimento acumulado sobre a quantidade de vegetação natural que deve ser mantida numa paisagem, a importância do formato dos fragmentos, a forma como estão dispostos na paisagem e em que tipo de matriz estão inseridos, ou seja, qual é o uso humano da paisagem alterada, aquela não coberta pela vegetação natural (zonas urbanas, agricultura, pecuária etc.). A legislação que temos hoje, o novo Código Florestal, por si só não desempenha esse papel, embora sinalize para instrumentos que infelizmente não vêm sendo utilizados de forma séria e responsável, como o zoneamento ecológico-econômico e os planos de bacia hidrográfica. Seria, pois, necessária uma reflexão sobre os instrumentos existentes e as alterações necessárias que possibilitem esse manejo da paisagem nas diferentes escalas.

A segunda recomendação geral é a necessidade urgente de criar ou reforçar os mecanismos que possibilitem aproximar o conhecimento científico ecológico continuamente gerado e os processos de tomada de decisão administrativa e política que envolvam dinâmicas de uso da terra. Na verdade, essa recomendação dialoga diretamente com a anterior, pois a distância entre os resultados das pesquisas e as decisões políticas é, em parte, responsável pela ausência de instrumentos de manejo da paisagem. Em tese, essa função deve ser exercida pelos zoneamentos ecológico-econômicos que podem ser executados em diferentes escalas. No entanto, esse instrumento não vem sendo adotado para finalidades práticas, ou seja, para efetivamente instruir e orientar decisões políticas consistentes e responsáveis acerca das dinâmicas territoriais.

A terceira recomendação geral trata da necessidade de aproximar a sociedade dos resultados das pesquisas. Isso é fundamental, pois estamos num regime democrático que demanda cada vez mais participação informada da sociedade. E, para tanto, é preciso desmistificar os resultados de pesquisas científicas, principalmente nos casos em que traduzem impactos diretos na qualidade de vida da população. Só a sociedade informada tem força para exigir um manejo mais eficiente e responsável da paisagem e de seus recursos naturais. Para isso, urge que haja mecanismos que ajudem a sociedade a perceber a importância da manutenção da cobertura vegetal natural e da qualidade dos habitats por ela providos e as consequências de sua degradação. Ações de divulgação

científica e campanhas públicas podem ajudar nesse processo. Uma das justificativas deste trabalho se lastreia nessa necessidade.

RECOMENDAÇÕES ESPECÍFICAS

Com base na análise de lacunas, é possível traçar algumas recomendações para fomentar pesquisas que ajudem no entendimento da dinâmica dos ecossistemas, de forma a garantir que a cobertura vegetal remanescente, aquela que deve ser conservada segundo o Código Florestal, preserve o máximo possível de suas funções ecológicas.

Vale ressaltar que, em algumas partes do país, o mais urgente é reforçar as pesquisas ecológicas para melhor entender a dinâmica da biodiversidade e das florestas. Em outras, a aposta no “novo paradigma” da restauração pode ser decisivo.

- **É necessário aumentar a escala espacial e temporal dos estudos desenvolvidos no país.** As agências de fomento começaram a apostar nesse aspecto já há alguns anos. Um bom exemplo é o Biota Fapesp, um programa da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, lançado em 1999, cujo objetivo é conhecer, mapear e analisar a biodiversidade do Estado de São Paulo, incluindo a fauna, a flora e os microrganismos, mas, também, avaliar as possibilidades de exploração sustentável de plantas ou de animais com potencial econômico e subsidiar a formulação de políticas de conservação dos remanescentes florestais. Programas com tais características devem ser implementados em outros estados e integrados numa base comum. Como há também uma limitação de espécies estudadas, esses programas de fomento devem procurar incentivar o estudo de espécies pouco conhecidas.
- **Urge entender as possibilidades e as limitações da extrapolação de dados.** Esse ponto está relacionado com o anterior, pois é necessário conhecer mais para avaliar de forma consistente se resultados obtidos em uma dada região, ou mesmo numa dada floresta, podem ser extrapolados para outras áreas. Programas de fomento devem considerar também esse aspecto.
- **Pesquisas específicas sobre as relações entre as espécies conservadas em áreas com vegetação natural e a agricultura são necessárias.** Há, como explicitado acima, uma pequena quantidade de estudos que quantificam o papel das aves no controle de pragas e na geração de benefícios para a agricultura. Tal situação se dá também para outros grupos taxonômicos. Programas como a Iniciativa Brasileira dos Polinizadores, derivada de uma iniciativa global capitaneada pela

Convenção sobre Diversidade Biológica, são importantes e podem gerar dados e argumentos mais fortes para a manutenção de maiores extensões de cobertura vegetal natural. Uma possibilidade para preencher essa lacuna é abrir novas linhas de pesquisa integradas com a Embrapa²¹.

- **Há necessidade de pesquisas que integrem dados de processos ecológicos e características físicas das APP.** Uma das dificuldades para isso é que diversas expertises são necessárias para tal integração. Assim, é importante fomentar a pesquisa multidisciplinar.
- **É importante aperfeiçoar a pesquisa em biodiversidade.** Desenhos experimentais inadequados, variáveis incontroláveis e outros problemas ainda são comuns nas nossas pesquisas. Um esforço de formação nessa área é importante e pode fornecer bons resultados. Há iniciativas que podem ser aproveitadas, como, por exemplo, a de capacitação da Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (IPBES).
- **É fundamental integrar os dados advindos dos estudos sobre as mudanças do clima às pesquisas realizadas.** Sabe-se que uma das dificuldades para delinear limites efetivos para a quantidade de cobertura vegetal natural a ser preservada, para garantir as funções ecológicas e os serviços ecosistêmicos, reside na determinação das taxas de migração das espécies, pois dependem de muitos fatores, como as diferenças na habilidade de dispersão, a especialização nos habitats e a qualidade da matriz antropogênica. Todos esses fatores estão relacionados com as mudanças climáticas, assim, dados e modelos precisam ser integrados.
- **A restauração florestal deve fazer sentido ecológico.** No momento que o país prepara uma política nacional de restauração da vegetação natural, é mister levar em consideração as pesquisas de ecologia da paisagem e o “novo paradigma” da restauração. Há, porém, um déficit de pesquisas e de metodologias para fazê-lo. Assim, urge criar condições para tal integração.
- **É fundamental desenvolver estudos sobre áreas e bacias hidrográficas críticas** para fins de definição de padrões de localização e percentuais mínimos adequados de recuperação florestal e de vegetação nativa, em áreas de preservação permanente, recarga de aquíferos ou outras categorias de espaços territoriais.

²¹ A Embrapa possui uma unidade, a Embrapa Meio Ambiente, que trabalha na interface entre a agricultura e o meio ambiente. Outras unidades também fazem pesquisas nessa interface. Integrar a informação já existente dentro da instituição no que diz respeito ao papel das espécies conservadas nas áreas naturais para a agricultura pode ser um primeiro passo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Importante ressaltar que as inúmeras lacunas apontadas neste trabalho, identificadas em várias das pesquisas científicas levantadas, nos levam a reforçar a absoluta e emergencial necessidade de aumentarmos os investimentos em pesquisas científicas voltadas à análise dos impactos da nova legislação florestal aprovada em 2012, particularmente nos biomas, bacias hidrográficas e regiões críticas do ponto de vista da intensificação do uso do solo.

É sabido que o que motivou as alterações mais recentes, promovidas até aqui por iniciativas de representantes de setores da economia rural, não foram justificativas de ordem científica relacionadas à necessidade ou não de mais ou menos conservação ambiental ou ecossistêmica. Foram alterações em padrões de uso e de conservação do solo e da vegetação nativa pautadas por uma racionalidade essencialmente econômica e ideológica, em reação às ações legais dos órgãos ambientais que passaram a exigir o cumprimento da lei.

O Código Florestal é uma lei geral aplicável em todos os biomas terrestres brasileiros, mas não dispensa, como no caso da Mata Atlântica, a elaboração de leis específicas por bioma e, principalmente, para regiões críticas em termos de conservação de recursos hídricos, biodiversidade e outros serviços ambientais. A legislação em vigor, por exemplo, prevê programas de regularização ambiental (PRA), que, mais do que peças burocráticas, definindo prazos e medidas de regularização ambiental por propriedade rural, deveriam avançar na recuperação das paisagens rurais de forma mais ampla. Esse instrumento (o PRA) poderia ser útil a partir de uma base de dados científicos sobre a paisagem de áreas críticas e relevantes para conservação de recursos hídricos e biodiversidade. Portanto, estudos por região para subsidiar esses planos deveriam ser estimulados.

Por fim, as lacunas e limitações científicas identificadas neste levantamento, ao serem sanadas e demonstrarem que existem fundamentos científicos que justifiquem manter, e até mesmo ampliar, os parâmetros de conservação e recuperação de paisagens, reforçarão sobremaneira a responsabilidade dos governos (federal e estaduais) na adoção da transparência e da precaução na regulamentação, implementação e na atualização das normas e padrões ambientais relativos à proteção das florestas e demais formas de vegetação nativa.

BANCO DE RESUMOS

Abaixo seguem os resumos das pesquisas que subsidiaram o estudo “Código Florestal: por um debate pautado em ciência”.

1. Awade, M. e Metzger, J.P. Using gap-crossing capacity to evaluate functional connectivity of two Atlantic rainforest birds and their response to fragmentation, *Austral Ecology*, v.33, p. 863-873, 2008.

Uma das maiores consequências da perda de habitats e da fragmentação é o aumento de manchas isoladas e a consequente diminuição da conectividade na paisagem. Nesse contexto, a persistência das espécies depende de suas respostas às novas configurações da paisagem, particularmente de sua capacidade de se mover nessa matriz interhabitats. Aqui, o primeiro objetivo é determinar as probabilidades de cruzar as distâncias entre os fragmentos por duas espécies de aves florestais da Mata Atlântica (*Thamnophilus caerulescens*, *Thamnophilidae*; and *Basileuterus culicivorus*, *Parulidae*). Esses valores serão definidos usando uma técnica de playback e depois usados em análises para determinar as conexões funcionais entre os fragmentos florestais. Ambas as espécies foram capazes de cruzar o ambiente entre os fragmentos e esses movimentos estão relacionados com a distância entre eles. A probabilidade de cruzar distâncias de 40 m foi de 50% para ambas as espécies. Essa probabilidade caiu para 10% quando as distâncias são 60m (para *B. Culicivorus*) e 80, (para *T. Caerulescens*). Os pássaros respondem à estimulação em distâncias duas vezes maiores dentro da floresta, no controle do experimento, do que em ambientes fragmentados. Modelos que incluem a capacidade de cruzamento entre fragmentos aumentam o poder explicativo da variação da abundância das espécies em comparação a modelos estritamente estruturais baseados apenas na área dos fragmentos e na distância entre eles. Esses resultados ressaltam que mesmo em medidas simples de conectividade funcional, a relação com a capacidade da espécie de cruzar os ambientes entre os fragmentos pode melhorar a compreensão do efeito da fragmentação dos habitats na presença e na abundância das aves.

2. Banks-Leite, Cristina ; Ewers, Robert M. ; Metzger, Jean-Paul . Edge effects as the principal cause of area effects on birds in fragmented secondary forest. *Oikos* (Kobenhavn), v. 119, p. 918-926, 2010.

Comunidades de aves nas florestas tropicais são fortemente afetadas pela área dos fragmentos e pelo efeito de borda. O fato que ambos os efeitos se confundem na escala espacial suscita questões sobre como esses dois efeitos, largamente documentados, interagem e se eles são independentes ou simplesmente diferentes manifestações do mesmo fenômeno. Ademais, os pequenos fragmentos de floresta secundária, em paisagens onde as espécies mais sensíveis se extinguíram localmente, exibem padrões similares àqueles previamente observados em florestas primárias fragmentadas e contínuas? Essas questões são abordadas testando as diferenças relacionadas com as diferenças de bordas na estrutura da vegetação e na composição da comunidade de aves em 31 sítios de paisagens fragmentadas e contínuas na Mata Atlântica. Durante um período de dois anos, as aves foram capturadas com redes de neblina em um esforço padrão de 680 horas de rede em cada sítio (22 mil horas de rede resultando em 3381 capturas de 114 espécies). Os resultados mostraram que a composição de espécies das comunidades de aves em fragmentos de floresta secundária está degradada em comparação à floresta primária contínua, mas exibem, ainda assim, uma forte resposta ao efeito de borda. Em florestas secundárias fragmentadas, os efeitos de borda e de área também interagem, como o efeito da magnitude da borda sobre as diferenças da composição das comunidades de aves no interior do fragmento declina com o tamanho de sua área. A mudança na composição das espécies de aves entre o interior da floresta e suas bordas foi similar às mudanças na composição das comunidades entre fragmentos grandes e pequenos (pois as espécies tem respostas congruentes à borda e à áreas), mas depois do controle dos efeitos de borda a composição da comunidade não foi mais afetada pela área do fragmento. Nossos resultados mostraram que apesar das florestas secundárias manterem uma comunidade de aves empobrecida, os padrões ecológicos, tais como efeitos de área e de borda são similares àqueles relatados em florestas primárias. Nossos dados fornecem evidências adicionais que os efeitos de borda são os mais importantes fatores que atuam sobre os efeitos de área em paisagens fragmentadas.

3. Boscolo D.; Candia-Gallardo, C.; Awade M.; Metzger, J. P. Importance of Interhabitat Gaps and Stepping-Stones for Lesser Woodcreepers (*Xiphorhynchus fuscus*) in the Atlantic Forest, Brazil, 273-276. *Biotropica*, v.40, n.3, 2008.

Experimentos de translocação demonstraram que uma espécie de arapaçu é capaz de mover-se entre fragmentos florestais, mas essa habilidade é limitada por seu isolamento. Distâncias maiores que 100 m foram vencidas com o uso de árvores

isoladas, as quais aumentam a conectividade e são úteis para a conservação dessa espécie em paisagens fragmentadas.

4. Cassati, L. Alterações no código florestal brasileiro: impactos potenciais sobre a ictiofauna. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 4, 10. 2010. (<http://migre.me/nsWbI>)

É apresentada uma análise dos possíveis impactos que a diminuição da vegetação nativa, notadamente das florestas ripárias, pode causar sobre a ictiofauna. Três conjuntos de aspectos funcionais primordiais desempenhados pelas florestas ripárias são discutidos: transferência de energia solar ao ambiente aquático, interceptação de nutrientes e sedimentos que adentram nos rios e trocas de material orgânico entre o sistema terrestre e aquático. Conclui-se que qualquer alteração que se traduza em mais perdas de vegetação nativa, seja em áreas de preservação permanente ou em reservas legais, pode gerar perdas de espécies, homogeneização faunística e diminuição de biomassa íctica.

5. Develey, P. F. E.; Pongiluppi, T. Impactos Potenciais na avifauna decorrentes das alterações propostas para o Código Florestal Brasileiro. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 4, 2010. (<http://migre.me/nsW8A>)

As mudanças propostas no atual Código Florestal Brasileiro poderão levar a um aumento de desmatamentos e consequente diminuição de cobertura vegetal nativa (florestas, campos e banhados) que impactarão diretamente muitas espécies de aves. No Brasil, 17 espécies de aves globalmente ameaçadas são dependentes de florestas próximas a corpos d'água, sendo que oito destas só ocorrem em território brasileiro. Considerando os requisitos ecológicos dessas espécies, é possível prever que uma diminuição na largura da faixa que deve ser protegida na forma de Área de Preservação Permanente (APP) levará a perdas populacionais significativas que podem colocar em risco a sobrevivência das populações e, conseqüentemente, da espécie como um todo. Em paisagens fragmentadas essas APPs também funcionam como corredores, permitindo a dispersão das aves através da matriz. Do mesmo modo, áreas de Reserva Legal devem ser mantidas de forma complementar às APPs, já que a composição da avifauna varia entre as áreas de vegetação nativa situadas próximas e distantes de corpos d'água. A heterogeneidade ambiental é crucial para a manutenção da integridade das comunidades de aves. Mesmo pequenas manchas de floresta são importantes para a avifauna, funcionando como “trampolins ecológicos” que, assim como os corredores, possibilitam que aves florestais se desloquem através da paisagem. As aves são importantes predadoras, dispersoras e polinizadoras em agroecossistemas sendo que em áreas tropicais já foi demonstrado que

uma maior riqueza de aves está correlacionada com uma maior taxa de remoção de artrópodes, incluindo pestes. Assim, mudanças propostas ao atual Código Florestal podem representar um impacto negativo não só em relação a biodiversidade, mas também em relação a própria produção agrícola.

6. Fleury, M.; Galetti, M. Forest fragment size and micro habitat effect on palm seed predation. *Biological Conservation*, v.131, p1- 13, 2006.

O estabelecimento das espécies de planta dependem crucialmente de onde as sementes são depositadas. No entanto, como a maioria dos estudos tem sido conduzido em florestas contínuas, pouco se sabe sobre os efeitos da fragmentação florestal na manutenção das características bióticas e abióticas em microhabitats e seus efeitos na sobrevivência das sementes. Nesse estudo, avaliamos os efeitos da fragmentação florestal na predação de sementes da palmeira *Syagrus romanzoffiana* em três microhabitats (interior da floresta, borda florestal e o ambiente entre os fragmentos) em oito fragmentos de Mata Atlântica semi-decídua com tamanhos variando entre 9,5 ha e 33.845 ha no sudeste do Brasil. Examinamos, especificamente, a influência da estrutura do microhabitat, da fauna e do tamanho do fragmento sobre os padrões de predação de sementes. Fragmentos <100 ha mostraram características abióticas e bióticas similares às da borda da floresta, sem predação. Fragmentos florestais com 230–380 ha não se revelaram seguros para a sobrevivência das sementes de *S. romanzoffiana* e mostraram alta intensidade de predação das sementes em todos os microhabitats avaliados. Em fragmentos maiores do que 1000 ha, a predação das sementes foi menor, com diferenças bióticas e abióticas entre os ambientes entre os fragmentos, o interior da floresta e bordas da floresta. Nesses fragmentos, a sobrevivência de sementes de *S. romanzoffiana* estava relacionada com a abundância de caxinguelês e o grau de manutenção do interior da floresta. Com base nesses resultados, concluímos que não há sítios seguros para o estabelecimento de sementes de *S. romanzoffiana* em fragmentos de tamanhos médios e pequenos como resultado da pressão biótica e abiótica respectivamente. Sugerimos que nesses fragmentos florestais, planos de manejo são necessários para o estabelecimento de *S. romanzoffiana*, como a melhoria do interior da floresta em sítios de tamanho pequeno para minimizar os efeitos de borda e nos médios, sugerimos proteção das sementes após a dispersão para evitar sua predação por vertebrados. Nossos achados também mostram a importância de avaliar a influência da fragmentação florestal na biologia reprodutiva das angiospermas, como parte do planejamento efetivo das áreas fragmentadas.

7. **Freitas, A. V. L. Impactos potenciais das mudanças propostas no Código Florestal Brasileiro sobre as borboletas. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 4, 2010. (<http://migre.me/nsW3i>)**

Este trabalho discute como as mudanças propostas no Código Florestal Brasileiro podem afetar as borboletas do Brasil. Conforme exposto, os impactos principais estão na redução das matas ciliares (com conseqüente perda de conectividade) e nas alterações maiores nas amplas áreas de florestas de altitude. Adicionalmente, alterações na paisagem regional, com redução das áreas de proteção permanentes (APPS) e conversão de topos de morros, por exemplo, podem refletir em profundas mudanças nas assembleias de borboletas já severamente modificadas por quase 500 anos de desmatamento e degradação dos habitats do Brasil.

8. **Galetti, M.; Pardini, R.; Duarte, J. M. B.; Silva, V. M. F.; Rossi, A. E.; Peres, C. A. Mudanças no código florestal e seu impacto na ecologia e diversidade dos mamíferos no Brasil. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 4, 2010. (<http://migre.me/nsW0z>)**

Os ecossistemas florestais do Brasil abrigam um dos mais altos níveis de diversidade de mamíferos da Terra, e boa parte dessa diversidade se encontra nas áreas legalmente protegidas em áreas de domínio privado. As reservas legais (RLs) e áreas de proteção permanente (APPs) representam estratégias importantes para a proteção e manutenção dessa diversidade. Mudanças propostas no Código Florestal certamente trarão efeitos irreversíveis para a diversidade de mamíferos no Brasil. Os mamíferos apresentam papéis-chave nos ecossistemas, atuando como polinizadores e dispersores de sementes. A extinção local de algumas espécies pode reduzir os serviços ecológicos nas RLs e APPs. Outra conseqüência grave da redução de áreas de vegetação nativa caso a mudança no Código Florestal seja aprovada será o aumento no risco de transmissão de doenças, trazendo sérios problemas a saúde pública no Brasil.

9. **Gardner, T. A., Barlow, J., Chazdon, R., Ewers, R. M., Harvey, C. A., Peres, C. A. e Sodhi, N. S. Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. *Ecology Letters*, 12:561–582. 2009. (<http://migre.me/nsVWZ>)**

O futuro da biodiversidade da floresta tropical depende mais do que nunca do manejo efetivo das paisagens modificadas pelos humanos, apresentando um desafio para os envolvidos com a conservação e com o uso da terra. Nesse artigo, fazemos uma síntese crítica dos avanços científicos que pontuaram nosso entendimento dos processos e padrões ligados à biodiversidade florestal nos trópicos antropizados

e apresentamos um marco conceitual que integra um amplo conjunto de fatores sociais e ecológicos que define e contextualiza o possível futuro das espécies das florestas tropicais. Um conjunto crescente de pesquisas demonstra que os padrões espaciais e temporais da biodiversidade são o produto dinâmico da interação histórica e contemporânea humana com o processos ecológicos. Esses processos variam radicalmente em sua importância relativa dentro e entre as regiões e possuem efeitos que podem demorar anos para se manifestar inteiramente. A interpretação dos resultados das pesquisas de biodiversidade frequentemente é dificultada pelas limitações do delineamento dos estudos, pela baixa congruência das respostas das espécies ao distúrbio, mudanças constantes nas linhas de base e na demasiada dependência das interferências comparativas de um pequeno número de locais muito estudados. Heterogeneidade espacial e temporal na potencial conservação prospectiva da biodiversidade pode ser explicada pelas diferenças regionais na vulnerabilidade biótica e no legado antropogênico, conjuntamente com a influência dos sistemas humano-ecológicos e as mudanças globais do clima. Essas diferenças provêm desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade. Com base em nossa síntese, delineamos um marco simples de planejamento adaptativo de paisagem que pode ajudar a guiar uma nova agenda de pesquisa para melhorar as possibilidades de conservação da biodiversidade nos trópicos modificados pelas atividades humanas.

10. Imperatriz-Fonseca, V.L. & Nunes-Silva, P. Bees, ecosystem services and the Brazilian Forest Code. *Biota Neotrop.* 10(4):59-62, 2010. (<http://migre.me/nsVRW>).

As abelhas são consideradas os principais polinizadores em ambientes naturais e agrícolas. Esse serviço ecossistêmico é essencial para a manutenção das populações selvagens de plantas e para a produção de alimento nos ambientes agrícolas e está ameaçado em várias regiões do mundo. O desmatamento é uma das causas principais porque ele afeta as populações de abelhas. A conservação das florestas é necessária para a manutenção das populações de abelhas e da polinização nas paisagens agrícolas.

11. Joly, C.A.; Rodrigues, R.R.; Metzger, J.P.; Haddad, C.F.B.; Verdade, L.M.; Oliveira, M.C. e Bolzani, V.S. Biodiversity conservation research, training, and policy in São Paulo. *Science* 328:1358-1359, 2010. (<http://migre.me/nsVM8>)

Desde a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) em 1992, a conservação da biodiversidade (proteção de espécies, ecossistemas e processos ecológicos) e a restauração (recuperação de ecossistemas degradados) tem sido prioridade em muitos

países. Recursos financeiros escassos podem ser otimizados, especialmente em países em desenvolvimento considerados megadiversos, por meio do investimento em programas que combinam pesquisa em biodiversidade, treinamento de recursos humanos e impacto nas políticas públicas. Descrevemos aqui o programa em curso no estado de São Paulo, Brasil, que pode ser um exemplo útil de como as iniciativas de conservação com uma sólida base científica podem ser desenvolvidas.

- 12. Kremen, C., Williams, N. M., Aizen, M. A., Gemmill-Herren, B., LeBuhn, G., Minckley, R., Packer, L., Potts, S. G., Roulston, T., Steffan-Dewenter, I., Vázquez, D. P., Winfree, R., Adams, L., Crone, E. E., Greenleaf, S. S., Keitt, T. H., Klein, A.-M., Regetz, J. e Ricketts, T. H. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology Letters*, 10:299–314. 2007. (<http://migre.me/nsVFk>)**

Muitos serviços ecossistêmicos são providos por organismos que dependem de habitat que estão espacialmente ou temporalmente separados do local onde os serviços são gerados. O manejo de organismos móveis que contribuem para os serviços ecossistêmicos requer consideração não somente com a escala local onde o serviço é fornecido, mas também com a distribuição dos recursos na escala da paisagem e as faixas de forrageamento e os movimentos de dispersão dos agentes móveis. Desenvolvemos um modelo conceitual para explorar como um serviços ecossistêmico baseado num agente móvel, a polinização, é afetado pelas mudanças no uso da terra, forças do mercado e gía do organismo envolvido. O desenvolvimento desses modelos ajuda na identificação das lacunas de conhecimento, na determinação de prioridades de pesquisa e na definição das intervenções que podem ser executadas em um contexto de manejo adaptativo.

- 13. Lees, A.C. e Peres, C.A. Conservation value of remnant riparian forest corridors of varying quality for Amazonian birds and mammals. *Conservation Biology*, 22: 439-449, 2008.**

Os corredores florestais são frequentemente considerados os instrumentos principais para lidar com os efeitos da perda de habitats e da fragmentação. A legislação florestal requer que todas as faixas de vegetação ripária em propriedades privadas sejam mantidas como áreas de preservação permanente e fixa a largura mínima dessas faixas a serem preservadas ao longo dos rios e cursos d'água perenes. Investigamos os efeitos da largura e do estado de degradação de corredores em 37 sítios de florestas ripárias (incluindo 24 corredores conectados com grandes fragmentos florestais, 8 corredores sem conexão e 5 faixas ripárias de controle dentro de florestas) sobre a

riqueza de espécies de aves e mamíferos, numa paisagem florestal híper fragmentada nos arredores de Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil. Os resultados mostraram que o uso dos corredores pelos vertebrados foi muito específico por espécie, mas há tendências mais gerais que emergem dependendo da história de vida das espécies e de sua sensibilidade a perturbação. Corredores estreitos ou muito perturbados retêm apenas um conjunto depauperado de vertebrados, típico de habitats desflorestados enquanto corredores largos e bem preservados retêm quase o conjunto completo de espécies. Restrições ao movimento dos animais nas faixas ripárias e sua exclusão de áreas chave ao longo de cursos d'água desflorestados podem permitir a regeneração dos corredores e facilitar a restauração da conectividade.

14. Lima, M.G. e Gascon, C. The conservation value of linear forest remnants in central Amazonia. *Biological Conservation*, 91: 241-247, 1999.

A floresta ripária é protegida pela legislação federal no Brasil. Na bacia amazônica, numerosos cursos d'água e rios oferecem um enorme potencial para o aumento do valor de conservação de paisagens desflorestadas e fragmentadas por meio da proteção de remanescentes lineares. No entanto, o potencial desses remanescentes como habitats de fauna e sua possibilidade como corredores nunca foi completamente avaliado. Nós analisamos comunidades de pequenos mamíferos e de sapos num remanescente linear de floresta tropical primária variando de 140 a 190 m de largura e numa floresta contínua adjacente para comparar riqueza, composição e abundância de espécies. Não foram encontradas diferenças significativas em nenhum aspecto de estrutura de comunidade ou de abundância de espécies. Isso sugere que os remanescentes lineares ao longo dos cursos d'água oferecem um habitat adequado pelo menos para alguns vertebrados. Esses resultados reforçam o potencial dos remanescentes lineares como habitat para esses vertebrados e sugerem que eles podem funcionar como corredores aumentando a conectividade da paisagem.

15. Marques, O. A. V.; Nogueira, C.; Martins, M. e Sawaya, R. J. Impactos potenciais das mudanças propostas no Código Florestal Brasileiro sobre os répteis brasileiros. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 4, 2010. (<http://migre.me/nsVzK>)

Avaliamos os impactos potenciais sobre a fauna brasileira de répteis (721 espécies descritas até o momento), caso sejam adotadas mudanças propostas por um substitutivo do atual Código Florestal Brasileiro. A possibilidade de compensação ambiental (obrigação legal no caso de degradação de habitats naturais) em bacias ou microbacias distintas daquelas degradadas seria uma das modificações do código vigente que prejudicaria a manutenção da diversidade

de répteis. Alguns gêneros de répteis são compostos por espécies que raramente ocorrem simultaneamente em uma mesma área. Assim, ações de conservação em escalas reduzidas, em unidades naturais como microbacias, seriam mais adequadas para representar a variação da composição de espécies entre áreas. O substitutivo prevê a exclusão de topos de montanhas como Área de Preservação Permanente (APP), bem como a redução da largura das matas marginais a cursos d'água (que também são APPs). Diversos répteis brasileiros estão restritos a áreas de altitude, ao passo que outros vivem somente ou principalmente em matas de galeria ou áreas ripárias. Assim, a perda de habitat nessas áreas deve tornar alguns répteis vulneráveis a extinção. A proposta também autoriza a recuperação de Reservas Legais (RL) usando espécies de plantas exóticas. Há evidências que muitos répteis brasileiros não conseguem sobreviver em ambientes alterados pelo homem, incluindo as florestas constituídas por espécies exóticas. A proposta também tornará possível compensar RL dentro de unidades de conservação. Entretanto, as unidades de conservação existentes não seriam suficientes para a manutenção da diversidade de répteis no Brasil (principalmente porque muitas espécies têm distribuição restrita). Se adotadas, as mudanças propostas ao Código Florestal Brasileiro terão fortes impactos sobre a fauna de répteis brasileira, um importante componente do patrimônio natural do país. Além disso, moléculas com potencial farmacêutico, presentes nos venenos de muitas espécies, poderão ser perdidas.

16. Martensen, A.C., Pimentel, R.G. e Metzger, J.P. Relative effects of fragment size and connectivity on bird community in the Atlantic Rain Forest: Implications for conservation. *Biological Conservation*, 141: 2184-2192, 2008.

É sabido que fragmentos de tamanho grande e com altos níveis de conectividade são componentes chave para a manutenção das espécies em fragmentos, mas os seus efeitos relativos tem sido pouco compreendidos, especialmente em áreas tropicais. Para testar esses efeitos, construímos modelos para explicar a ocorrência das aves de sub-bosque numa paisagem fragmentada de Mata Atlântica, com cobertura intermediária de habitat (3%). Um total de 1293 indivíduos pertencentes a 62 espécies em 17 fragmentos, variando de 2 a 175 ha foram registrados. Riqueza de espécies, abundância e variação na composição foram afetadas principalmente pelos índices de conectividade que consideram a capacidade da espécie de usar os corredores ou de cruzar pequenas distâncias de até 30 m na matriz da paisagem. Grupos funcionais de pássaros foram afetados de forma diferente pela área e pela conectividade: enquanto os insetívoros terrestres, os onívoros e os frugívoros foram afetados pela área e pela conectividade, outros grupos (insetívoros

do sub-bosque, nectarívoros e outros) foram afetados apenas pela conectividade. Na paisagem estudada, fragmentos bem conectados podem sustentar um elevado número de espécies e indivíduos. Conectividade dá a oportunidade para os indivíduos usarem múltiplos fragmentos, reduzindo a influência do tamanho do fragmento. Enquanto a preservação do tamanho dos fragmentos é um objetivo de conservação em todo mundo, e deve continuar a ser, nossos resultados indicam que a conectividade entre os fragmentos pode aumentar a área funcionalmente conectada e isso é benéfico para todos os grupos funcionais e conseqüentemente deve ser uma prioridade de conservação.

17. Martinelli, L.A.; Joly, C.A.; Nobre, C.A. e Sparovek, G. The false dichotomy between preservation of the natural vegetation and food production in Brazil. *Biota Neo-trop.* v.10, n.4, 2010.(<http://migre.me/nsVm1>)

Este artigo mostra através da análise de dados censitários sobre uso da terra no Brasil que a possível dicotomia entre a preservação da vegetação natural e a produção de alimentos na realidade não existe. Demonstramos que o Brasil já tem uma área desprovida de vegetação natural suficientemente grande para acomodar a expansão da produção agrícola. Demonstramos também que a maior expansão se dá nas áreas ocupadas pelas chamadas culturas de exportação – soja e cana-de-açúcar – e não propriamente nas áreas ocupadas por arroz, feijão e mandioca, que são consumidos de forma direta pelo mercado nacional. Pelo contrário, a área colhida de arroz e feijão tem inclusive decrescido nas últimas décadas, enquanto a área colhida de mandioca encontra-se praticamente constante há quatro décadas. Os maiores entraves para a produção de alimentos no Brasil não se devem a restrições supostamente impostas pelo Código Florestal, mas, sim, à enorme desigualdade na distribuição de terras, a restrição de crédito agrícola ao agricultor que produz alimentos de consumo direto, a falta de assistência técnica que o ajude a aumentar a sua produtividade, a falta de investimentos em infraestrutura para armazenamento e escoamento da produção agrícola, a restrições de financiamento e priorização do desenvolvimento e tecnologia que permita um aumento expressivo na lotação de nossas pastagens.

18. Maués, M. M. e Oliveira, P.E.A.M. Consequências da fragmentação do habitat na ecologia reprodutiva de espécies arbóreas em florestas tropicais, com ênfase na Amazônia. *Oecologia Australis* 14(1): 238-250, Março, 2010. (<http://migre.me/nsVfP>)

A floresta amazônica abriga a maior diversidade de plantas e animais dentre todos os biomas da Terra. Ocupa uma área de 4,9 milhões de km², com cerca de 40% do remanescente de florestas tropicais úmidas do mundo, desempenhando um papel fundamental na manutenção da biodiversidade. Entretanto, nas últimas três décadas 17% da sua cobertura florestal foi removida. A expansão das atividades madeireiras e da fronteira agrícola na Amazônia vem ameaçando a integridade e funcionalidade dessa floresta. A fragmentação do habitat reduz áreas contínuas de floresta a pequenas porções isoladas, diminuindo o número efetivo de árvores de uma população, o número de doadores de pólen e a quantidade provável de pólen compatível depositado nos estigmas das flores, levando a redução na taxa de frutificação. Esses fatores podem ainda diminuir as populações dos agentes polinizadores, aumentar a taxa de autofecundação e mudar a composição das espécies de polinizadores. Para manter a sustentabilidade do manejo florestal, é fundamental levar em conta informações sobre a biologia reprodutiva, para preservar a reprodução e manutenção da diversidade genética das espécies arbóreas nas áreas manejadas. Além disso, sabendo-se que nas florestas tropicais existem espécies que compartilham os mesmos polinizadores, estratégias adequadas de manejo deveriam considerar também como as populações de polinizadores seriam influenciadas pelas modificações na frequência e composição das espécies florestais.

19. Mesquita, R.C.G.; Delamonica, P. e Laurance, W.F. Effect of surrounding vegetation on edge-related tree mortality in Amazonian forest fragments – a ten-year study. *Biological Conservation*, Volume 91 (2); 129-134(6), 1999.

Pouco é conhecido sobre os fatores que causam variabilidade espacial em efeitos de borda, as diversas mudanças físicas e bióticas associadas com as fronteiras abruptas das florestas fragmentadas. Examinamos a influência de três tipos de vegetação circundante (pasto, regeneração dominada por *Cecropia* e regeneração dominada por *Vismia*) sobre a mortalidade de árvores nas bordas em fragmentos de floresta amazônica. Uma ANCOVA relevou que o tipo de vegetação circundante e a distância da borda possuem efeitos significativos na mortalidade das árvores. Diferenças entre tipos de vegetação foram maiores a 0 a 20m das bordas dos fragmentos, com bordas margeadas por pasto apresentando uma mortalidade mais alta do que os margeados por regeneração dominada por *Cecropia* e *Vismia*. Os efeitos de borda parecem penetrar mais em bordas circundadas por pastos (ca. 60–100 m) do que

as circundadas por regeneração florestal (ca. 40–60 m), mas essa diferença não foi significativa por causa da considerável heterogeneidade da distribuição da mortalidade das árvores. Em geral, os resultados sugerem que os efeitos de borda nos fragmentos florestais são significativamente influenciados pela estrutura da vegetação circundante e que a capacidade de diferentes florestas em regeneração de neutralizar os efeitos de borda podem ser previstos pela forma de crescimento e outras características das espécies arbóreas dominantes. O manejo da vegetação circundante pode minorar os negativos efeitos de borda em pequenos fragmentos florestais.

20. NAXARA, L. Importância dos corredores ripários para a fauna – pequenos mamíferos em manchas de floresta, matriz do entorno e elementos lineares em uma paisagem fragmentada de Mata Atlântica. Dissertação, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2008.

Essa dissertação de mestrado objetivou avaliar a importância dos corredores ripários para a fauna em uma paisagem fragmentada de Mata Atlântica. Em quatro sistemas compostos por fragmento - corredor fragmento avaliamos tanto a assembléia de pequenos mamíferos como a qualidade do habitat através da estrutura da vegetação e da disponibilidade de recurso alimentar para a fauna. Comparamos a assembléia de pequenos mamíferos entre áreas abertas do entorno, corredores ripários, bordas e interiores de fragmentos. Verificou-se uma forte segregação na distribuição das espécies entre áreas abertas da matriz e os habitats florestados. Todas as espécies endêmicas só foram capturadas nos habitats florestais, enquanto que a matriz de áreas abertas abrigou uma assembléia de pequenos mamíferos composta exclusivamente por espécies não endêmicas ao bioma Mata Atlântica e apenas duas espécies não-endêmicas ocuparam todos os habitats. Observou-se ainda, que as flutuações temporais na abundância das espécies não diferiram entre habitats, ou seja, as diferenças que encontramos na distribuição das espécies não dependeram da sessão de captura. Além disso, a riqueza e abundância das espécies endêmicas foram maiores nos ambientes florestais em comparação a matriz aberta, enquanto que a abundância das espécies não-endêmicas foi maior na matriz comparada aos interiores de fragmentos. As duas espécies endêmicas mais abundantes na área de estudo ocorreram apenas nos habitats florestais, e a abundância das duas foi menor nas bordas do que nos interiores e, em um caso, também do que nos corredores. Por outro lado, a abundância de uma das três espécies não-endêmicas mais comuns foi maior nas bordas do que nos interiores. Assim concluímos os corredores ripários funcionam como elemento conector para a fauna endêmica de pequenos mamíferos da Mata Atlântica, amenizando os efeitos deletérios da fragmentação. Ao avaliar a qualidade do habitat entre os corredores ripários, e bordas e interiores

de fragmentos secundários, observamos que a oferta de recursos alimentares (artrópodes e frutos) para a fauna, assim como a estrutura da vegetação, em termos da estratificação da densidade da folhagem, não variou entre os diferentes tipos de habitat florestal. Nesse sentido, nossos resultados sugerem que, ao contrário do observado em florestas tropicais primárias, em florestas tropicais secundárias não há um efeito de borda claro sobre a qualidade do habitat em termos de estrutura da vegetação ou disponibilidade de alimento para a fauna nem mesmo em estruturas lineares como os corredores. Os resultados apresentados nos dois capítulos evidenciam a importância da manutenção dos corredores ripários para a conservação, em paisagens fragmentadas de Mata Atlântica, da fauna de um dos grupos mais diversificados de mamíferos.

21. Oliveira, M.A.; Grillo, A.S. e Tabarelli, M. Forest edge in the Brazilian Atlantic forest: drastic changes in tree species assemblages *Oryx* 38(04): 389-394, October 2004. DOI (<http://migre.me/nsWnL>)

Nesse estudo, analisamos todas as árvores com DAP maior ou igual a 10 cm em 20 sítios amostrais de 0,1 ha em um fragmento de 3.500 ha de floresta, circundado por cana-de-açúcar, na Mata Atlântica para comparar conjuntos de espécies de árvores na borda da floresta (0-100m para dentro da floresta) com o interior da floresta (>200 m). Os sítios amostrais eram perpendiculares à margem. O número médio de espécies arbóreas foi significativamente mais alto no interior da floresta ($35.4 \pm SD 7.1$ vs $18.4 \pm SD 4.4$). Além disso, a borda da floresta diferiu de seu interior na proporção espécies tolerantes à sombra, emergentes, espécies com frutos grandes e aquelas com sementes grandes. Entre as 134 espécies registradas, 24% eram exclusivas da borda da floresta e 57% do interior. Nossos resultados sugerem que o sistema atual de áreas protegidas e os arquipélagos de pequenos fragmentos 1) tendem a reter apenas um subconjunto da flora original; 2) vão convergir em termos de composição florística e ecológica (simplificação biótica e homogenização) e 3) perderão espécies arbóreas raras e ameaçadas.

22. Pardini, R.; Bueno, A.; Gardner, T.; Prado, P. I. e Metzger, J. P. Beyond the fragmentation threshold hypothesis: regime shifts in biodiversity across fragmented landscapes. *Plos One*, v. 5, n. 10, p. 1-10, 2010. (<http://migre.me/nsWrS>)

Sistemas ecológicos são vulneráveis a mudanças irreversíveis quando propriedades chave do sistema são ultrapassados limites, resultando em perda da resiliência e na emergência de uma mudança de regime. Talvez a mais importante dessas propriedades em paisagem modificadas pelas atividades humanas é a quan-

tidade total de remanescente de vegetação nativa. Em um estudo seminal, o autor propôs a existência de um limiar de fragmentação na quantidade total de vegetação remanescente, abaixo do qual a conectividade na escala da paisagem é erodida e a riqueza e abundância das espécies locais passam a depender do tamanho do fragmento. Apesar de que o fato de que os efeitos do tamanho do fragmento sobre as espécies tem sido considerado como um pilar na ciência da conservação, não há ainda uma avaliação empírica robusta dessa hipótese. Apresentamos e testamos aqui um novo modelo conceitual descrevendo mecanismos e consequências das mudanças na biodiversidade em paisagens fragmentadas, identificando o limiar da fragmentação como um primeiro passo em um mecanismo de feedback positivo que tem a capacidade de minorar a resiliência ecológica e levar a uma mudança de regime na biodiversidade. O modelo considera que o risco de extinção local é definido pelo tamanho do fragmento e as taxas de imigração pela cobertura vegetal da paisagem e que a recuperação de perdas locais de espécies dependem do pool de espécies na paisagem. Usando um conjunto único de dados sobre a distribuição de pequenos mamíferos não voadores ao longo de paisagens replicadas de Mata Atlântica, encontramos fortes evidências em favor das previsões do nosso modelo, ou seja, que os efeitos ligados à área do fragmento são evidentes apenas em níveis intermediários de cobertura florestal total, onde a diversidade da paisagem é ainda alta e as oportunidades para aumentar a biodiversidade por meio do manejo local são grandes. Além disso, altos níveis de perda florestal podem levar a biota nativa a um filtro de extinção, e resultar na perda abrupta de taxa de animais que são especialistas em florestas em toda a paisagem, da resiliência ecológica e da efetividade do manejo. As relações do modelo proposto distinguem abordagens teóricas dentro de um único marco, oferecendo uma ferramenta poderosa para analisar a potencial efetividade das intervenções do manejo.

23. Prado, T. B. G.; Moraes, J. F. L. e Adami, S. F. Evolução do uso das terras e produção de sedimentos na bacia hidrográfica do Rio Jundiaí-Mirim. *Acta Scientiarum*, v. 1, p. 1-10, 2006. (<http://migre.me/nsWzw>)

No presente trabalho, o modelo hidrológico SWAT (Soil and Water Assessment Tool) foi usado na simulação da produção de sedimentos na microbacia hidrográfica do rio Jundiaí- Mirim, localizada no município de Jundiaí-SP. Essa simulação foi realizada através da simulação de cenários de uso e ocupação das terras, por meio da integração do SWAT com o Sistema de Informações Geográficas (SIG) ArcView®. Quando se considerou que toda a subbacia se manteve preservada, ou seja, ocupada com Mata, que foi a simulação feita no Cenário 1, a quantidade de sedimento gerado variou de 0 a 0,5Mg.há-1. O total de sedimentos calculado nes-

te cenário foi de 4,72 Mg.há⁻¹. A simulação do uso do solo em 1972 (cenário 2), mostra que a produção total de sedimentos saltou para 19 Mg.há⁻¹. No cenário 3, correspondente ao uso atual das terras, houve um aumento de 57% na produção de sedimentos, atingiu um valor total de 29,7 Mg.há⁻¹, em comparação ao cenário anterior. Analisando o cenário 4 (uso atual das terras), considerando que este respeitou e preservou todas as Áreas de Preservação Permanente dos Recursos Hídricos (APP), destaca-se a sensibilidade do modelo demonstrada pela sensível redução na produção de sedimentos simulada em todas as sub-bacias. No cenário 5, que representa o uso da terra em 2020, com um aumento de 20% das áreas urbanizadas, a produção total de sedimentos foi estimada pelo modelo em 42,6 Mg.há⁻¹. Conclui-se então, que o que mais deve ser levado em consideração é a mata ciliar, que, em conjunto com outras práticas conservacionistas, compõem o manejo adequado da bacia, garantindo a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos.

24. Pütz, S.; Groeneveld, J.; Alves, L.F.; Metzger, J.P. e Huth, A. Fragmentation drives tropical forest fragments to early successional states: A modelling study for Brazilian Atlantic forests. *Ecological Modelling*, v. 222, p. 1986-1997, 2011.

O uso da terra leva a destruição massiva de habitats e a fragmentação da floresta tropical. A despeito de sua dimensão global, os efeitos da fragmentação na dinâmica dos ecossistemas não é bem compreendida dada a complexidade do problema. Apresentamos uma simulação realizada pelo modelo FORMIND, baseado no indivíduo. O modelo foi aplicado na Mata Atlântica, no platô de São Paulo. Esse estudo investiga os efeitos de longo prazo dos processos de fragmentação na estrutura e na dinâmica de fragmentos de floresta tropical de diferentes tamanhos (1- 100ha) no âmbito da comunidade e do tipo funcional de planta. Decompomos as interações entre os efeitos dos processos chave de fragmentação (mortalidade nas bordas, aumento da mortalidade de grandes árvores, perda local de sementes e chuva externa de sementes) usando experimentos de simulação. Nossa análise revela que particularmente os pequenos fragmentos de floresta, menores que 25 ha, sofrem mudanças estruturais substanciais e perda de biomassa e de biodiversidade no longo prazo. A biomassa da comunidade é reduzida em até 60%. As espécies tolerantes à sombra são as mais afetadas, o número de árvores diminuiu mais de 60% por causa da mortalidade nas bordas. Esse processo se revelou o mais influente dos investigados, explicando sozinho mais de 80% das mudanças observadas.

Nossos resultados sugerem que os fragmentos de floresta tropical sofrerão fortes mudanças estruturais a longo prazo, levando a um empobrecimento das espécies de árvores. Eles podem atingir um novo equilíbrio com um subconjunto substancialmente reduzido do conjunto inicial de espécies. O potencial de regeneração natural

de uma paisagem com fragmentos de floresta parece limitado pois a chuva externa de sementes não compensa os efeitos da fragmentação. Nossos resultados sugerem recomendações básicas para o manejo de paisagens de floresta tropical fragmentados.

25. Ramos, C.C.O e Anjos, L. The width and biotic integrity of riparian forests affect richness, abundance, and composition of bird communities. *Natureza e Conservação*, 12 (1): 59-64, 2014.

Nas florestas ripárias, o fator mais importante para maximizar a diversidade é a largura. Assim, corredores com diferentes larguras devem diferir em riqueza, abundância e composição. Testamos essa hipótese para a avifauna em duas florestas no Rio Paraná. Riqueza e abundância foram maiores na floresta ripária com largura média de 50 metros em cada margem e pouca perturbação antrópica. A diversidade de espécies aumentou 30% com o aumento total na largura de 40 para 100 metros. A composição da avifauna também diferiu e grupos com requerimentos ecológicos estritos foram melhor representados em áreas mais largas de floresta melhor preservada. Isso indicou que a conservação das florestas ripárias tem um efeito positivo nas comunidades de aves. Sugerimos que esses ambientes sejam priorizados para a recuperação e que 50 metros de largura de cada lado dos cursos d'água é a largura necessária para que a floresta ripária cumpra efetivamente sua função na paisagem. Ressaltamos, ainda, que o novo Código Florestal brasileiro não contempla essas necessidades.

26. Toledo, L. F.; Carvalho-e-Silva, S. P.; Sánchez, C.; Almeida, M. A. E. e Haddad, C. B. F. A revisão do Código Florestal Brasileiro: impactos negativos para a conservação dos anfíbios. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 4, 2010. (<http://migre.me/nsWD8>)

Nos últimos meses está em efervescente discussão uma proposta para que um novo código florestal (Projeto de Lei nº 1876/99) substitua o vigente instaurado por meio da Lei Federal nº 4771/65 e modificado recentemente por Medidas Provisórias. Este novo código proposto, todavia, propõe alterações legais que devem afetar negativamente as populações naturais de anfíbios do Brasil. O declínio de anfíbios deve gerar impactos negativos tanto para a população (humana) nacional, como para a comunidade internacional. Entre os possíveis efeitos dessa lei, em consequência da perda de diversidade de anfíbios, podemos citar o aumento nos custos de produção agrícola, perda de matéria-prima para produção de remédios, descontrole ecológico, eutrofização de corpos d'água, encarecimento do custo do tratamento de água para abastecimento humano, aumento de pragas agrícolas e aumento de

doenças transmitidas por insetos vetores. Isto tudo é bastante preocupante ainda mais se levarmos em conta a própria perda da biodiversidade de anfíbios, o grupo de vertebrados terrestres mais ameaçado do planeta. Sendo assim, ressaltamos a necessidade de que, caso um novo código florestal seja elaborado, este tenha embasamento também em questões técnicas e científicas que impreterivelmente afetam, não só a conservação da natureza, mas também a economia, saúde e bem estar das populações humanas.

27. Tabarelli, M. e Peres, C. A. Abiotic and vertebrate seed dispersal in Brazilian Atlantic Forest: implications for forest regeneration. *Biological Conservation*, v.106, n.2, p.165-176, 2002.

Esse estudo documenta a proporção de espécies de plantas lenhosas que possuem diferentes modos de dispersão de sementes, classes de sementes e tamanho de frutos em 16 amostras de Mata Atlântica no sudeste do Brasil. Esses sítios amostrais representam seis cronosequências (de 5 anos de idade até floresta já estabelecida) de regeneração florestal seguindo agricultura de pequena escala. Nossos resultados indicam que há um aumento gradual, mas previsível, no número de espécies de plantas lenhosas dependentes de dispersão de sementes mediada por vertebrados a medida que os sítios amostrais possuem uma regeneração mais antiga. Mudanças na importância relativa das estratégias de dispersão durante os processos de regeneração na Mata Atlântica, assim como no tamanho da diáspora, parecem estar relacionados com o balanço entre as espécies tolerantes à sombra e as dos primeiros estágios sucessionais associadas com as formas particulares de vida e as famílias das plantas. Por fim, discutimos as relações entre a riqueza de espécies arbóreas de Myrtaceae e Lauraceae, a dispersão de sementes por meio de grandes vertebrados e os possíveis cenários de regeneração para a Mata Atlântica.

28. Tubelis, D.P., Cowling, A. e Donnelly, C. Landscape supplementation in adjacent savannas and its implications for the design of corridors for forest birds in the central Cerrado, Brazil. *Biological Conservation*, 118: 353-364, 2004.

Examinamos a suplementação da paisagem (sensu [Oikos 65 (1992) 169]) pela avifauna florestal ao longo da fronteira entre floresta e cerrado no Brasil central para 1) verificar o papel da vegetação de savana em oferecer recursos para as comunidades de aves florestais; 2) sugerir quantidades mínimas de savana para serem conservadas nos corredores, para oferecer habitat de forrageamento adequado para aves florestais fora das reservas. Foram examinados padrões de riqueza e abundância de espécies em transectos em oito savanas em relação à distância das florestas. Onívo-

ros foram os mais abundantes forrageando nas savanas, seguidos pelos insetívoros e os frugívoros. Suplementação da paisagem em savanas foi proporcional a densidade da vegetação de savana e foi mais alta na estação reprodutiva. Esses dois padrões sugeriram que as savanas circundantes tem um papel importante em prover áreas adicionais de forrageamento para espécies de aves florestais, Sugerimos que sejam protegidos, no marco legal, ao invés dos 20 m de florestas de galeria em ambos os lados dos rios, no mínimo 60 metros nas savanas do Brasil central. Esse estudo sugere que esforços apropriados de conservação devem abarcar a matriz que circunda os ambientes onde vivem as espécies alvo e para onde eles podem se expandir e não apenas seus habitats principais.

29. ZOCOLO, G. J. Ocorrência de isoflavonas de soja no ambiente e correlação com atividade estrogênica: estudo de caso da região de Dourados (MS). Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, SP, 2010. (<http://migre.me/nsWHs>)

Esta tese apresenta o desenvolvimento e a validação de um procedimento analítico, que permite a quantificação simultânea de sete fitoestrógenos (alteradores endócrinos – AEs) em água de rio e água sub-superficial em uma área rural com grande produção de soja. Os compostos selecionados para este estudo foram (genistina – GENIS, daidzina – DAID, equol – EQ, daidzeína – DAI, a genisteína – GEN, formononetina – FOR e biochanina – A – BIO). Este método consiste na préconcentração de amostras de água (1 L) em cartuchos Strata X de 200 mg, seguido por análise de todos as Aes por cromatografia líquida de alta eficiência com detecção por ultra – violeta (CLAE-UV). Do ponto de vista analítico, estabeleceu-se um método simples e de confiabilidade conhecida (exatidão, precisão, seletividade e robustez) para análise de sete fitoestrógenos de soja em água de rio e subsuperficial. Os limites de detecção e quantificação do método validado foram de 3,5 ng L-1 e 10 ng L-1 respectivamente para todas as moléculas estudadas e em ambas as matrizes. O método foi aplicado a amostras de água da região de Dourados (MS). Foram coletadas 92 amostras de água de rio e 16 de água subsuperficial, em quatro campanhas de amostragem ao longo de 1 ano. GENIS e DAID não foram detectadas em nenhuma das amostras. GEN e FOR foram os fitoestrógenos mais detectados, estando presentes em 50 e 34% das amostras, respectivamente. As concentrações individuais de fitoestrógenos situaram-se entre 12 e 1957 ng L-1, sendo que as maiores concentrações foram obtidas para o EQ e GEN para amostras coletadas em meses chuvosos na região de estudo. Amostras de água do rio Dourados e de água sub-superficial foram testadas para o efeito de alteração endócrina com o ensaio de levedura recombinante (RYA). O ponto de coleta de água sub-superficial (afloramento do lençol freático) apresentou altos valores de estrogenicidade de 0,35 e 0,50 ng L-1 de

equivalente de estradiol nos meses de abril e agosto de 2009, respectivamente. Métodos quimiométricos de análise demonstraram uma boa correlação entre as concentrações de equol com a atividade estrogênica na primeira coleta (abril de 2009). De maneira geral a atividade estrogênica pode ser explicada pela contaminação por EQ na primeira coleta (período de safra de soja) e de 17 – estradiol na segunda coleta (período de entre safra da soja, onde prevalece à pecuária), tendo como fonte de contaminação a excreta do gado neste período do ano. Propõe-se que esses contaminantes podem ser os principais fatores responsáveis pelo efeito estrogênico observado pelo teste RYA. No entanto, não se pode descartar o impacto das altas concentrações medidas nos demais pontos de coleta, pois a literatura relata para essas concentrações efeitos como intersex em peixes. Em suma, os resultados obtidos indicam que a plantação de soja é fonte de isoflavonas para água de rio e sub-superficial, que a estrogenicidade (medida pelo teste RYA) é significativa e que na época da safra correlaciona-se com as isoflavonas de soja, enquanto que na entre-safra é melhor explicada pelos hormônios estrogênicos presentes na excreta de animais.

30. Zurita G.A. e Bellocq M.I. Spatial patterns of bird community similarity: bird responses to landscape composition and configuration in the Atlantic forest. *Landscape Ecol* 25: 147–158, 2010.

Estudos sobre similaridade entre comunidades são necessários para entender os processos ecológicos de larga escala causando perda de biodiversidade e para melhorar o planejamento regional e da paisagem. Aqui estudamos variáveis da paisagem que influenciam os padrões de similaridade entre as comunidades em florestas fragmentadas e contínuas na Mata Atlântica, isolando os efeitos de perda florestal, fragmentação e padrões de uso da terra. Examinamos pássaros em 41 quadrantes de 100 km² usando o método de contagem de pontos. A cobertura florestal foi a primeira variável para explicar o padrão da similaridade entre comunidades de aves. A similaridade declinou subitamente entre 20 e 40% de cobertura florestal. Os padrões de uso da terra possuem um efeito de segunda ordem, comunidades de aves nativas foram menos afetadas pela perda florestal em paisagens dominadas por plantações de árvores do que em paisagens dominadas por culturas anuais ou pasto. Os efeitos da fragmentação foram inconclusivos. A combinação entre extinções locais e a invasão de espécies de fora da região que usam os habitats recém criados é provavelmente o mecanismo gerando os padrões observados. Limitar a perda florestal a 30 a 40% da cobertura da paisagem e aumentar a adequabilidade de habitats modificados pelas atividades humanas contribuirá para manter a estrutura e a composição das comunidades de aves nativas da Mata Atlântica.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Ackerman, M. A cidade e o Código Florestal. São Paulo: Editora Plêiade, 162 p. 2010.
- Almeida Vieira, F.; De Carvalho, D. Genetic structure of an insect-pollinated and bird-dispersed tropical tree in vegetation fragments and corridors: Implications for conservation. *Biodiversity and Conservation*, 17: 2305-2321, 2008.
- Ahrens, S. O Código Florestal Brasileiro e o uso da terra: histórico, fundamentos e perspectivas (uma síntese introdutória). *Revista de direitos difusos* 31: 81-102, 2005.
- Augusto Filho, O. Carta de risco de escorregamentos quantificada em ambiente de SIG, como subsídio para planos de seguro em áreas urbanas: um ensaio em Caraguatatuba (SP). 198 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.
- Awade, M.; Metzger, J.P. Using gap-crossing capacity to evaluate functional connectivity of two Atlantic rainforest birds and their response to fragmentation. *Austral Ecology*, 33: 863-871, 2008.
- Banks-Leite, C.; Ewers, R.M.; Metzger, J.P. Edge effects as the principal cause of area effects on birds in fragmented secondary forest. *Oikos* 119:918-926, 2010.
- Batistella, M.; Alves, D.; Artaxo, P.; Bustamante, M.; Keller, M.; Luizão, F.; Marengo, J.A.; Martinelli, L.; Nobre, C. Plano Científico LBA2 – Programa de pesquisas sobre interações biosfera-atmosfera na Amazônia, 2007. In: https://lba.inpa.gov.br/lba/?p=plano_cientifico_LBA2_vf2_1&t=1 (acessado em julho de 2014).
- Benjamin, A.H.V. A proteção das florestas brasileiras: ascensão e queda do Código Florestal. *Revista de Direito Ambiental* 5: 21-37, 2000.
- Boscolo, D. et al. Importance of inter-habitat gaps and stepping-stones for lesser woodcreepers (*Xiphorhynchus fuscus*) in the Atlantic Forest, Brazil. *Biotropica*, 40: 273-276, 2008.
- Carvalho, E.B. Legislação Florestal, Território e Modernização: O caso do Estado do Paraná 1907-1960. XXIV Simpósio Nacional de História. 2007. In: <http://snh2007.anpuh.org/resources/content/anais/Ely%20Bergo%20de%20Carvalho.pdf> (acessado em julho/2014).
- Caspari, T.; Alexander, S.; ten Brink, B.; Laestadius, L. Review of Global Assessments of Land and Ecosystem Degradation and their Relevance in Achieving the Land-based Aichi Biodiversity Targets. A technical report prepared for the Secretariat of the Convention on Biological Diversity (SCBD). 2014. In: <http://www.cbd.int/doc/meetings/cop/cop-12/information/cop-12-inf-18-en.pdf> (acessado em setembro/2014).
- Cassati, L. Alterações no Código Florestal brasileiro: Impactos potenciais sobre a ictiofauna. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 4, 2010. In: <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/pt/fullpaper?bn00310042010+pt>. (acessado em janeiro/2011).
- Diamond, J. The island dilemma: Lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves. *Biological Conservation* 7: 129 – 145, 1975.
- Farah, F. Habitação e encostas. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 312 p. (Coleção Habitar), 2003.
- Fapesp, 2014. <http://agencia.fapesp.br/19036>.
- Fearnside, P.M. Código Florestal: O perigo de abrir brechas. *Ciência Hoje* 28(162): 62-63, 2000.
- Galdino, S.; Vieira, L. M. Impactos Ambientais e socioeconômicos na Bacia do Rio Taquari. Corumbá: Embrapa Pantanal, 356 p. 2005.
- Galetti, M.; Pardini, R.; Duarte, J. M. B.; Silva, V. M. F.; Rossi, A. E.; Peres, C. A. Mudanças no Código Florestal e seu impacto na ecologia e diversidade dos mamíferos no Brasil. *Biota Neotropica*,

v. 10, n. 4, 2010 *In*: <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n5/pt/fullpaper?bn00710042010+pt> (acessado em janeiro/201).

Garcia, L.C.; Santos, J.S.; Matsumoto, M.; Silva, T.S.F.; Padovez, A. Changes in the Brazilian environmental law will affect ecosystem restoration and landscape integrity. *Natureza & Conservação* 11(2):181-185, 2013.

Gardner, T. A.; Barlow, J.; Chazdon, R.; Ewers, R. M.; Harvey, C. A.; Peres, C. A.; Sodhi, N. S. Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. *Ecology Letters*, 12:561–582. 2009. doi: 10.1111/j.1461-0248.2009.01294.x *In*: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1461-0248.2009.01294.x/full> (acessado em agosto/2014).

Hirakuri, S.R. Can law save the forest? Lessons from Finland and Brazil. Center for international forestry research, Jakarta, Indonesia. 120p. 2003.

Imperatriz-Fonseca, V.L.; Nunes-Silva, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. *Biota Neotrop.* 10(4): 59-62. 2010. *In*: <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/pt/abstract?article+bn00910042010> (acessado em maio/2014).

Joly, C.A.; Spigolon, J.R.; Lieberg, S.A.; Aidar, M.P.M.; Metzger, J.P.; Salis, S.M.; Lobo, P.C.; Shimabukuro, M.T.; Marques, M.M.; Salino, A. Projeto Jacaré-Pepira: O desenvolvimento de um modelo de recomposição de mata ciliar com base na florística regional. *In*: Rodrigues, R.R. (org.). *Matas ciliares: estado atual de conhecimento*. Campinas: Fapesp; EDUSP, p. 271-287. 2000.

Keuroghlian, A.; Eaton, D.P. Importance of rare habitats and riparian zones in a tropical forest fragment: Preferential use by *Tayassu pecari*, a wide-ranging frugivore. *Journal of Zoology*, 275: 283-293, 2008.

Kremen, C.; Williams, N. M.; Aizen, M. A.; Gemmill-Herren, B.; LeBuhn, G.; Minckley, R.; Packer, L.; Potts, S. G.; Roulston, T.; Steffan-Dewenter, I.; Vázquez, D. P.; Winfree, R.; Adams, L.; Crone, E. E.; Greenleaf, S. S.; Keitt, T. H.; Klein, A.M.; Regetz, J.; Ricketts, T. H. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: A conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology Letters*, 10:299–314. 2007. doi: 10.1111/j.1461-0248.2007.01018.x

Laurance, S.G.; Laurance, W.F. Tropical wildlife corridors: Use of linear rainforest remnants by arboreal mammals. *Biological Conservation*, 91: 231-239, 1999.

Laurance, W.F. et al. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: A 22-year investigation. *Conservation Biology*, 16: 605-618, 2002.

Lees, A.C.; Peres, C.A. Conservation value of remnant riparian forest corridors of varying quality for Amazonian birds and mammals. *Conservation Biology*, 22: 439-449, 2008.

Leite, M.S.; Tambosi, L.R.; Romitelli, I.; Metzger, J.P. Landscape Ecology Perspective in Restoration Projects for Biodiversity Conservation: a Review *Natureza & Conservação* 11(2):108-118, 2013.

Lima, M.G.; Gascon, C. The conservation value of linear forest remnants in central Amazonia. *Biological Conservation*, 91: 241-247, 1999.

Lopes, A.V. et al. Long-term erosion of tree reproductive trait diversity in edge-dominated Atlantic forest fragments. *Biological Conservation*, 142: 1154-1165, 2009.

Macedo M.N.; Coe M.T.; DeFries R.; Uriarte M.; Brando P.M.; Neill C.; Walker W.S. Land-use-driven stream warming in southeastern Amazonia. *Phil Trans R Soc B* 368: 20120153, 2013.

Maltchik, L. et al. Dynamics of the terrestrial amphibian assemblage in a flooded riparian forest fragment in a Neotropical region in the south of Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 68: 763-769, 2008.

Marco Jr. P. De; Coelho, F.M. Services performed by the ecosystem: forest remnants influence agricultural cultures' pollination and production. *Biodiversity and Conservation* 22(2): 439-449, 2004.

Marinho-Filho, J.; Veríssimo, E. W. The rediscovery of *Callicebus personatus barbarabrownae* in northeastern Brazil with a new western limit for its distribution. *Primates*, 38: 429-433, 1997.

Marini, M. A. et al. Predicted climate-driven bird distribution changes and forecasted conservation conflicts in a neotropical savanna. *Conservation Biology*, 23: 1558-1567, 2009.

Marques, O. A. V.; Nogueira, C.; Martins, M.; Sawaya, R. J. Impactos potenciais das mudanças propostas no Código Florestal brasileiro sobre os répteis brasileiros. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 4, 2010. In: <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n5/pt/fullpaper?bn00510042010+pt> (acessado em janeiro/2011).

Martensen, A.C.; Pimentel, R.G.; Metzger, J.P. Relative effects of fragment size and connectivity on bird community in the Atlantic Rain Forest: Implications for conservation. *Biological Conservation*, 141: 2184-2192, 2008.

Matheus, C.E. e Tundisi, J.G. Estudo físico químico e ecológico dos rios da bacia hidrográfica do Ribeirão e represa do Lobo. In: Tundisi J.G, (ed.) *Limnologia e Ecologia de Represas*. ACIESP; FAPESP; CNPq; UNEP; UNCRD, v.1, tomo 1, p.419-472. Série Monografias em Limnologia, 1988.

Maués, M. M. e P.E.A.M. Conseqüências da fragmentação do habitat na ecologia reprodutiva de espécies arbóreas em florestas tropicais, com ênfase na Amazônia. *Oecologia Australis*14(1): 238-250, 2010 doi:10.4257/oeco.2010.1401.14.

Medeiros, R.; Irving, M.; Garay, I. A proteção da natureza no Brasil: Evolução e conflitos de um modelo em construção. *Revista de Desenvolvimento Econômico* 9: 83-93, 2004.

Medeiros, R.; Young, C. E. F.; Pavese, H. B.; Araújo, F. F. S. Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional: Sumário Executivo. Brasília: UNEP-WCMC, 2011. In: http://www.pnuma.org.br/admin/publicacoes/texto/UCsBrasil_MMA_WCMC.pdf (acessado em novembro/2011).

Mesquita, R.C.G.; Delamonica, P. e Laurance, W.F. Effect of surrounding vegetation on edge-related tree mortality in Amazonian forest fragments – a ten-year study. *Biological Conservation*, Volume 91 (2):129-134(6), 1999.

Metzger, J.P. O Código Florestal tem base científica? *Natureza & Conservação* 8(1):92-99, 2010.

Metzger, J.P., Bernacci, L.C. e Goldenberg, R. Pattern of tree species diversity in riparian forest fragments with different widths (SE Brazil). *Plant Ecology*, 133: 135-152, 1997.

Metzger J. P.; Brancalion, P.H.S. Challenges and Opportunities in Applying a Landscape Ecology Perspective in Ecological Restoration: a Powerful Approach to Shape Neolandscapes *Natureza & Conservação* 11(2):103-107, 2013.

Michalski, F. et al. Human-wildlife conflicts in a fragmented Amazonian forest landscape: Determinants of large felid predation on livestock. *Animal Conservation*, 9:179-188, 2006.

Moraes, J. F. L.; Peche Filho, A e Carvalho, Y. M. C. Diagnóstico agroambiental para gestão e monitoramento da Bacia do Rio Jundiá Mirim. Jundiá: Instituto Agro-nômico de Campinas (IAC), 2002.

Moura, D.C. e Schindwein, C. The gallery forests of the São Francisco river as corridors for euglossine bees (Hymenoptera: Apidae) from tropical rainforests. *Neotropical Entomology*, 38: 281-284, 2009.

Naxara, L. Importância dos corredores ripários para a fauna – pequenos mamíferos em manchas de floresta, matriz do entorno e elementos lineares em uma paisagem fragmentada de Mata Atlântica. Dissertação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

Oliveira, L. M.; Daniel, L. A. Redução de poluição dispersa pela mata ciliar: Cálculo de largura usando SIG. *In: Asociación Peruana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental; AIDIS. Gestión ambiental en el siglo XXI.* Lima, APIS, 1998. p.1-7, Ilus, tab. Apresentado em: Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 26 (AIDIS 98), Lima, 1-5 nov. 1998.

Oliveira, M.A.; Grillo, A.S.; Tabarelli, M. Forest edge in the Brazilian Atlantic forest: drastic changes in tree species assemblages *Oryx*, Volume 38(4), 2004.

Pardini, R. et al. The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape. *Biological Conservation*, 124: 253-266, 2005.

Pardini, R.; Bueno, A.A.; Gardner, T.A.; Prado, P.I.; Metzger J.P. Beyond the Fragmentation Threshold Hypothesis: Regime Shifts in Biodiversity Across Fragmented Landscapes. *PLoS ONE* 5(10): e13666. doi:10.1371/journal.pone.0013666, 2010.

Pereira, L.C.S.M.; Oliveira, C.C.C.; Torezan, J.M.D. Woody species regeneration in Atlantic Forest restoration sites dependence on surrounding landscape. *Natureza & Conservação* 11(2):108-118, 2013.

Pontes, J.A.L; Pontes, R.C.; Rocha C.F.D. A comunidade de serpentes da Serra do Mendanha, Estado do Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil: Composição, abundância, riqueza e diversidade em áreas com diferentes graus de conservação. *Braz. J. Biol.* [online] vol.69, n.3, pp. 795-804. ISSN 1519-6984, 2009.

Pütz, S.; Groeneveld, J.; Alves, L.F.; Metzger, J.P.; Huth, A. Fragmentation drives tropical forest fragments to early successional states: A modelling study for Brazilian Atlantic forests. *Ecological Modelling*, v. 222, p. 1986-1997, 2011. *In: ttp://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030438001100175X* (acessado em agosto/2014).

Quigley, HB.; Crawshaw, J. A conservation plan for the jaguar *Panthera onca* in the Pantanal region of Brazil. *Biological Conservation*, 61: 149-157, 1992.

Ramos, C.C.O.; Anjos, L. The width and biotic integrity of riparian forests affect richness, abundance, and composition of bird communities. *Natureza e Conservação*, 12 (1): 59-64, 2014.

Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. F. (ed.). *Matas ciliares: Conservação e recuperação.* São Paulo: Edusp, 320 p., 2000.

Roriz, P.A.C. Como o novo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) afeta o desmatamento no município de Boca do Acre –AM. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Ciências de Florestas Tropicais, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, 2013.

Santos, BA. et al. Drastic erosion in functional attributes of tree assemblages in Atlantic forest fragments of northeastern Brazil. *Biological Conservation*, 141: 249-260, 2008.

Santos, D. S. Redistribuição e qualidade de solos e sedimentos agrícolas em vertentes com mata ciliar: Estudo de casos em Goiatuba (GO). *Esalq/USP - Piracicaba. Dissertação (Mestrado).* 103 p. 2007.

Sauer, S.; França, S.C. Código Florestal, função socioambiental da terra e soberania alimentar. *Caderno CRH* 25(65): 285-307, 2012.

Schaffer, W.B.; Rosa, M.M.; Aquino, L.C.S; Medeiros, J.D. Áreas de preservação permanente e unidades de conservação e áreas de risco. O que uma coisa tem a ver com a outra? Relatório de inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro. Brasília: MMA, Série Biodiversidade, 41, 2011.

Silva Júnior, M.C. Comparação entre matas de galeria no Distrito Federal e a efetividade do Código Florestal na proteção de sua biodiversidade arbórea. *Acta Botânica Brasílica* 15(1): 139-146. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Academia Brasileira de Ciências, 2001.

Silva, J.A.A. (coord.). O Código Florestal e a Ciência: Contribuições para o Diálogo. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Academia Brasileira de Ciências Organização Grupo de Trabalho do Código Florestal. 2. ed. Rev. – São Paulo: SBPC, 2012.

Sparovek, G.; Berndes, G.; Klug, I.L.F.; Barretto, A.G.O.P. Brazilian agriculture and environmental legislation: Status and future challenges. *Environmental Science & Technology* 44(16): 6046-6053, 2010.

Sparovek, G.; Barreto, A.; Klug, I.; Papp, L.; Lino, J. A revisão do Código Florestal brasileiro. *Novos Estudos* 89: 111-135, 2011.

Tubelis, D.P.; Cowling, A.; Donnelly, C. Landscape supplementation in adjacent savannas and its implications for the design of corridors for forest birds in the central Cerrado, Brazil. *Biological Conservation*, 118: 353-364, 2004.

Tundisi, J.G.; Tundisi, T.M. Potencial impacts of changes in the Forest Law in relation to water resources. *Biota Neotrop.* 10(4): 2010. *In*: <http://www.biotaneotropica.org.br/v10n4/en/abstract?article+bn01110042010> (acessado em maio/2014).

Uezu, A.; Metzger, J.P.; Vielliard, J.M. Effects of structural and functional connectivity and patch size on the abundance of seven Atlantic Forest bird species. *Biological Conservation*, 123: 507-519, 2005.

Zocolo, G. J. Ocorrência de isoflavonas de soja no ambiente e correlação com atividade estrogênica: estudo de caso da região de Dourados (MS). 185 f. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, SP, 2010.

Zucco, C. A.; Oliveira-Santos, L. R.; Fernandez, F. Protect Brazil's land to avert disasters. *Correspondence, Nature*, v.470, n.335, 2011.

Zurita G.A.; Bellocq M.I. Spatial patterns of bird community similarity: bird responses to landscape composition and configuration in the Atlantic forest. *Landscape Ecol* 25: 147–158, 2010.

IPAM - Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia

WWW.IPAM.ORG.BR

CLUA - Climate and Land Use Alliance

WWW.CLIMATEANDLANDUSEALLIANCE.ORG

Observatório do Código Florestal

WWW.OBSERVATORIOFLORESTAL.ORG.BR

Realização:



Apoio:



Parceria:

