

# Conservação da biodiversidade: estudo sobre mudanças de regime pode contribuir para uma gestão eficiente dos recursos naturais

ÉRIKA GARCEZ DA ROCHA  
JOSEANNE ASSIS GUEDES

doi: 10.7724/caititu.2013.v1.n1.d08



## *Biodiversity conservation: study on regime shift may help to improve the management of natural resources*

**Abstract:** Renata Pardini, from University of São Paulo, explains the concepts of ecological thresholds and regime shifts, and shows that small human impacts could result in sudden and irreversible responses of ecological systems. She exemplifies it with her studies that detected a collapse of small mammals biodiversity following habitat destruction in the Atlantic forest, what allowed the dominance of a rodent species that hosts the pathogen that causes human hantaviruses. She discusses the opportunities and limits of using the amount of habitat in the landscape as a surrogate for its biodiversity, what could be useful in decision making processes concerning habitat suppression and restoration.

**Keywords:** ecological systems; ecological thresholds; regimen shift; Atlantic Forest; small mammals; Brazilian Forest Code.

As questões ambientais já conseguiram chamar a atenção do mundo inteiro, incluindo o Brasil. As mudanças climáticas, a recuperação de áreas degradadas, o risco de extinção de espécies e a revisão do Código Florestal brasileiro, por exemplo, são temas ambientais bastante discutidos atualmente. A comunidade científica produz um corpo de conhecimento relevante para a melhor compreensão dos problemas ambientais atuais e que, portanto, pode contribuir com sua resolução. Em visita a Salvador, no dia 29 de março de 2012, a bióloga paulista Renata Pardini conversou com a **Revista Caititu** sobre conservação da biodiversidade e sobre os resultados recentes de suas pesquisas na Mata Atlântica. Renata graduou-se bióloga pela Universidade de São Paulo em 1992, fez o doutorado em Ciências (Zoologia) e pós-doutorado em Ecologia, ambos pela Universidade de São Paulo. Atualmente, é docente do Departamento de Zoologia

**Resumo:** Renata Pardini, da Universidade de São Paulo, explica os conceitos de limiares de extinção e mudanças de regime, e afirma que pequenos impactos antrópicos podem resultar em respostas bruscas e irreversíveis nos sistemas ecológicos. Ela exemplifica estes conceitos a partir dos seus estudos recentes que detectaram colapsos na biodiversidade de pequenos mamíferos após a destruição de habitat na Floresta Atlântica, o que possibilitou inclusive a dominância de uma espécie de roedor que hospeda o patógeno que causa a hantavirose humana. Ela discute a possibilidade e limites da utilização da quantidade de habitat na paisagem como uma alternativa à informação sobre sua biodiversidade, o que poderia ser útil nos processos de tomada de decisão sobre supressão e recuperação de habitats.

**Palavras-chave:** sistemas ecológicos; limiares ecológicos; mudança de regime; Floresta Atlântica; pequenos mamíferos; Código Florestal brasileiro.



do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.

Segundo Renata, a resposta da biodiversidade aos impactos humanos é muitas vezes abrupta e difícil de reverter. Conhecer os mecanismos que definem estes limiares de mudanças abruptas é fundamental para planejar o uso dos recursos naturais de maneira sustentável. Na entrevista, Renata comenta sobre a importante e recente iniciativa dos membros da academia de sair da zona de conforto das universidades e se engajar em questões importantes para a sociedade. Leia a seguir.

**Revista Caititu: Em um dos seus trabalhos, você propôs um modelo de mudança de regime para áreas fragmentadas, que tem consequências sobre a biodiversidade. O que significa uma mudança de regime?**

**Renata Pardini:** Antes de falar do modelo que propusemos, é oportuno definir o que é uma “mudança brusca de regime”. Esse conceito nasceu de trabalhos científicos desenvolvidos, a partir da década de 1960, por ecólogos que aplicaram a teoria dos sistemas dinâmicos — uma área da Matemática que descreve o comportamento de sistemas dinâmicos complexos — a sistemas ecológicos. Estes pesquisadores demonstraram que frequentemente os sistemas ecológicos apresentam mais de um equilíbrio estável, ou seja,

mais de uma situação em que o estado do sistema não muda, e para qual o sistema tende a voltar depois de pequenas perturbações. Isso significa que, se perturbarmos muito o sistema, ele pode não voltar ao equilíbrio ou estado estável inicial, mas sofrer uma “mudança brusca de regime” para um estado estável alternativo. Por exemplo, acredita-se que recifes de coral e recifes de algas são estados estáveis alternativos do mesmo sistema, e que algumas interferências humanas como sobre-pesca podem levar a mudanças bruscas de recifes de corais para recifes de algas. Na prática, os conceitos de múltiplos estados estáveis e mudanças bruscas de regime nos indicam que temos que tomar muito cuidado com a ação antrópica, pois a resposta dos sistemas de interesse a perturbações pode ser repentina, abrupta e não linear. Outra característica de mudanças bruscas de regime entre estados estáveis alternativos é a dificuldade de reversão. O nosso trabalho<sup>1</sup> utiliza essa perspectiva para interpretar dados sobre biodiversidade, especificamente diversidade de pequenos mamíferos, coletados em paisagens com diferentes níveis de desmatamento e fragmen-

1 Pardini R, Bueno AA., Gardner TA, Prado PI, Metzger JP 2010. Beyond the fragmentation threshold hypothesis: regime shifts in biodiversity across fragmented landscapes. PLoS ONE 5(10): e13666. doi:10.1371/journal.pone.0013666 [CrossRef](#)

tação das florestas remanescentes. Em um determinado momento da perda de florestas nativas, aparentemente, ocorre uma mudança brusca, com o desaparecimento muito rápido da maioria das espécies florestais. Colocado de maneira simples, isso ocorreria porque o desmatamento diminui o tamanho das populações e aumenta o isolamento entre elas, aumentando o risco de extinção destas populações. Uma vez que uma população em um fragmento de floresta se extingue, aumenta o isolamento entre as populações restantes e assim a chance de extinção de outras populações: ou seja, a extinção local de uma população, aumenta a chance de extinção local de outras populações, de maneira que rapidamente a espécie pode se tornar extinta em toda a paisagem. Nossos dados sugerem que este processo ocorre de maneira simultânea para a maioria das espécies, levando a uma perda drástica de biodiversidade.

**RC: E quais as consequências dessa perda de biodiversidade para nossa sociedade?**

**RP:** O foco do nosso trabalho não é especificamente sobre as consequências para a sociedade. Trazemos dados empíricos e verificamos se estes dados são coerentes com o esperado por um modelo conceitual simples de “mudança brusca de regime”. Porém, o modelo pro-

posto pode orientar decisões sobre o modo mais eficiente de aplicar recursos para conservar e recuperar a biodiversidade, indicando em quais níveis de desmatamento investimentos em manejo e recuperação são mais úteis para evitar perdas bruscas de biodiversidade. É importante ter em mente que essa perda drástica de biodiversidade deve ter consequências importantes para o homem. Por exemplo, temos evidências de que essa perda abrupta de diversidade de espécies de pequenos mamífe-

ros florestais esteja associada à explosão de certas espécies não florestais ou generalistas, que são hospedeiros de patógenos que causam doenças no homem ou que são pragas na agricultura. No nosso trabalho, a abundância do roedor *Oligoryzomys nigripes* – sabidamente o principal reservatório do hantavírus causador da hantavirose humana na Mata Atlântica – aumentou drasticamente na paisagem muito desmatada onde a diversidade de espécies florestais caiu bruscamente.

**Figura 1:** O Roedor da espécie *Oligoryzomys nigripes*, que tem se tornando abundante em paisagens fragmentadas, é considerado o principal reservatório de hantavírus associado à hantavirose humana na Mata Atlântica. (Foto: Thomas Püttker).



**RC: A literatura que trata da relação entre perdas de habitat e de biodiversidade se refere ao “limiar de fragmentação”. Qual a definição do conceito de limiar de fragmentação? Como ele é utilizado no modelo de mudança brusca de regime?**

**RP:** Ao contrário das mudanças bruscas de regime, os limiares são simplesmente relações não lineares. Os limiares ecológicos ocorrem quando variáveis ambientais causam mudanças desproporcionais no estado dos sistemas ecológicos. A mudança brusca de regime é mais do que isso, porque está associada à existência de múltiplos estados estáveis e assim à dificuldade de reverter estas mudanças. O termo limiar de fragmentação é utilizado de diferentes maneiras na literatura. Como utilizado no nosso trabalho, o termo foi proposto por Henrik Andrén<sup>2</sup> em 1994. Este pesquisador propôs que o limiar de fragmentação é o momento da perda de habitat na escala de paisagem no qual se passa a observar um efeito do tamanho dos fragmentos de habitat remanescente sobre a diversidade de espécies. No nosso trabalho, propomos que o limiar de fragmentação é o primeiro passo para uma mu-

dança brusca de regime e uma perda abrupta de diversidade na escala da paisagem.

**RC: E os “limiares de extinção” e “de percolação”, também referidos nessa literatura? São conceitos que se sobrepõem?**

**RP:** O limiar de extinção se refere à relação não linear entre a chance de extinção da espécie e a quantidade de habitat remanescente na paisagem; ou seja, a chance de extinção aumenta desproporcionalmente em um determinado valor da perda de habitat na escala da paisagem. O que estamos propondo em nosso trabalho é que os limiares de extinção de várias espécies acontecem mais ou menos simultaneamente, em valores próximos de perda de habitat, a ponto de representar uma mudança grande de biodiversidade. Sugerimos que os eventos que precedem a extinção dariam pistas de sua chegada com antecedência: logo antes da extinção de várias espécies na escala da paisagem, estas teriam sofrido extinção local nos fragmentos pequenos e nós observaríamos uma relação positiva entre tamanho dos fragmentos e diversidade de espécies. Já o limiar de percolação não se refere a parâmetros ecológicos, mas sim a aspectos geométricos e estruturais das paisagens. Este limiar está associado ao valor de perda de habitat na escala da paisagem em que a paisagem se “quebra”

em diferentes fragmentos, não sendo mais possível passar de um extremo a outro da paisagem sem sair do habitat. No entanto, nossos dados sugerem que a mudança brusca de regime com a perda de várias espécies florestais acontece em um valor de perda de habitat na escala da paisagem muito mais alto do que o associado ao limiar de percolação.

**RC: De acordo com os resultados do seu trabalho, é possível utilizar a medida de cobertura vegetal nativa como critério para escolha de áreas para serem restauradas?**

**RP:** Essa questão precisa ser avaliada com cuidado. Para a restauração, é muito importante reconhecer quais sistemas apresentam múltiplos estados estáveis e assim o potencial para mudanças bruscas de regime, porque nestes casos restaurar o sistema de um estado a outro pode ser difícil. Uma vez que se saiba que um sistema de interesse apresenta múltiplos estados estáveis e quais são os mecanismos relacionados com a manutenção de um estado, podemos usar esse conhecimento para avaliar onde a restauração tem maior potencial de evitar a mudança brusca. Nesse sentido, podemos usar o modelo que propusemos para indicar em quais paisagens intervenções de manejo e restauração têm maior chance de surtir efeito sobre a biodiversidade: em paisagens

<sup>2</sup> Andrén H 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportion of suitable habitat: a review. *Oikos* 71(3): 355-366. doi: 10.2307/3545823

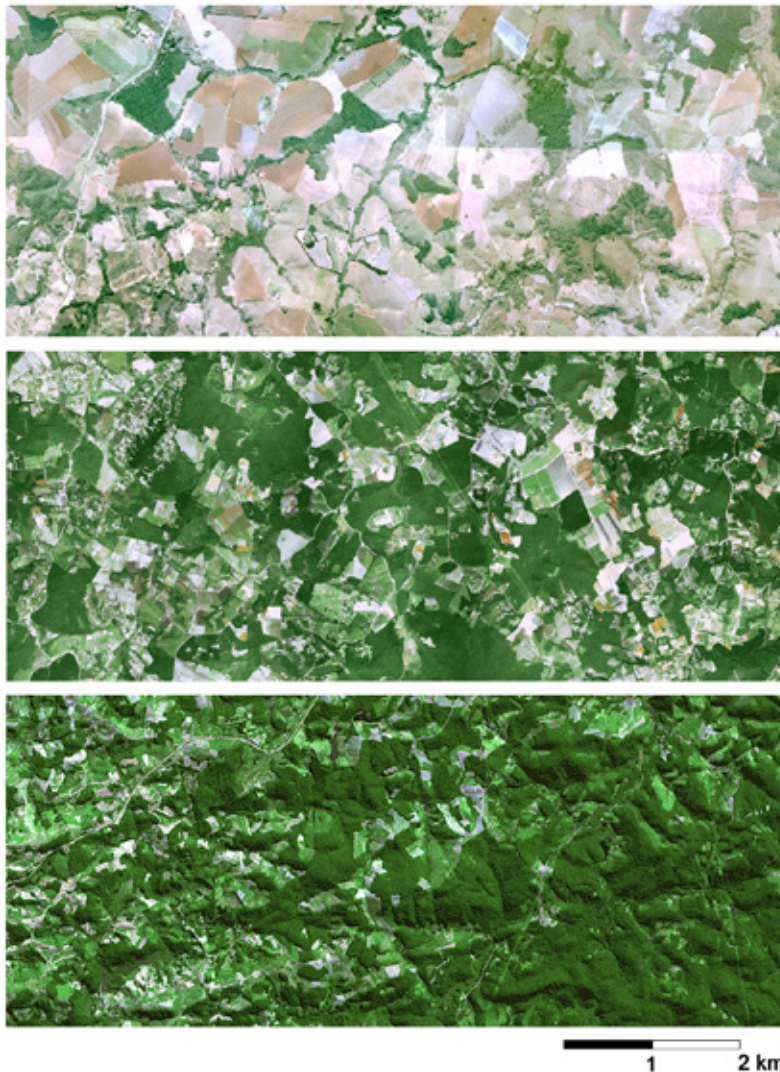
CrossRef

com cerca de 30% de habitat remanescente. No entanto, é muito importante ter em mente que nosso modelo se refere à biodiversidade. Há outras questões muito importantes, como desertificação, manutenção dos recursos hídricos ou clima, para as quais a restauração de habitats pode ser muito importante e nosso modelo não se aplica.

**RC: E se forem paisagens com diferentes configurações? Por exemplo, duas paisagens com a mesma cobertura vegetal, porém, uma com vários fragmentos de diferentes tamanhos, e outra com apenas dois fragmentos maiores?**

**RP:** Nesse caso, teremos a mesma quantidade de habitat, mas com configurações espaciais diferentes. A importância relativa da quantidade e configuração

do habitat é uma questão ainda muito debatida e em aberto na literatura científica. No entanto, diferentes abordagens sugerem que a quantidade é muito mais importante do que a configuração. Na prática isso indica que deveríamos nos preocupar mais com quanta cobertura nativa devemos manter nas paisagens do que com a distribuição espacial desta cobertura.



**RC: Qual a sua opinião sobre as mudanças no Código Florestal?**

**RP:** As mudanças no Código Florestal levaram a um evento muito interessante, que acredito reflita um processo em desenvolvimento no país, que foi a iniciativa da academia de se organizar e se manifestar sobre o assunto. Espero que esse seja o começo de um movimento da academia como um todo de sair da zona de conforto e se engajar em assuntos importantes para a sociedade. No entanto, embora este seja um exemplo de grande mobilização dos pesquisadores, não significa que, necessariamente, fomos ouvidos. De qualquer maneira, ajudou na divulgação do conhecimento científico e no debate.

**Figura 2:** Paisagens fragmentadas com diferentes níveis de cobertura vegetal (10%, 30% e 50%) utilizadas no trabalho desenvolvido por Renata Pardini e colaboradores. (Foto: Laboratório de Ecologia da Paisagem e Conservação – LEPaC, IBUSP).



As mudanças no Código Florestal levaram a um evento muito interessante, que acredito reflita um processo em desenvolvimento no país, que foi a iniciativa da academia de se organizar e se manifestar sobre o assunto”

**RC:** Qual sua opinião sobre a atual forma de avaliação dos pedidos de supressão de vegetação nativa pelos órgãos ambientais da Bahia? O que você acha sobre o fato destas avaliações serem baseadas, principalmente, em inventários florestais e levantamentos faunísticos?

**RP:** Eu participei de uma disciplina do Programa de Pós-Graduação da UFBA em que técnicos dos órgãos ambientais da Bahia e alunos de mestrado discutiram a forma atual de avaliação dos pedidos de supressão de vegetação no estado e propuseram um protocolo de como essa ava-

liação poderia ser melhorada usando, entre outras coisas, o modelo proposto em nosso trabalho<sup>3</sup>. A principal crítica que esse grupo identificou está justamente relacionada ao fato de que, embora inventários florestais e levantamentos faunísticos sejam solicitados, a avaliação dos pedidos de supressão se baseia na prática apenas nos limites mínimos estabelecidos pelo Código Florestal. Assim, o técnico, ou a informação técnica hoje solicitada, tem um papel muito pequeno na decisão sobre pedidos de supressão.

**RC:** Você poderia descrever quais os pontos-chaves desse protocolo? Em quais critérios ela se baseia?

**RP:** É uma proposta de análise hierárquica, que considera diferentes escalas espaciais, e que usa a ideia de nosso trabalho de que abaixo dos 30% de cobertura de vegetação nativa há grandes chances de perdas bruscas de biodiversidade. Na escala regional, o grupo propôs que se usassem mapas que já existem de áreas prioritárias para conservação da biodiversidade e de fragilidade do solo, para definir quais

3 Rigueira DMG, Coutinho SL, Pinto-Leite CM, Sarno VLC, Estavillo C, Campos S, Dias VS, Barros C, Chastinet A 2012. Perda de habitat, leis ambientais e conhecimento científico: proposta de critérios para a avaliação dos pedidos de supressão de vegetação. Revista Caititu – aproximando pesquisa ecológica e aplicação 1(1): 21–42 doi: 10.7724/caititu.2013.v1.n1.d03 [CrossRef](#)

regiões (sub-bacias) do estado da Bahia em que se deveria manter uma maior proporção de vegetação nativa remanescente. Como estas regiões são relevantes, pela biodiversidade ou por serem frágeis, seria importante que se mantivesse cobertura vegetal acima dos 30%, nas demais regiões se procuraria manter 30%. A supressão em cada propriedade ou empreendimento não poderia ultrapassar esses limites. Na escala local, informações sobre a distribuição espacial da vegetação nativa e sobre a qualidade e estágio sucessional dos remanescentes seriam utilizadas para definir onde aquela quantidade de supressão definida na escala maior poderia ser feita na propriedade/empreendimento.

**RC:** Quais tipos de estratégias podem ser desenvolvidas, baseadas nos resultados de estudos científicos, para uma melhor gestão de paisagens fragmentadas?

**RP:** Temos hoje conhecimento científico para fazer muito melhor do que estamos fazendo. Embora ainda saibamos pouco sobre a nossa biodiversidade e nossos ecossistemas, certamente o que sabemos nos permitiria planejar de maneira muito mais eficiente o uso sustentável de nossos recursos naturais. Por exemplo, um aspecto simples de se medir, como a quantidade de vegetação nativa remanescente,

que está mapeada para todo o país, parece estar relacionada de maneira não linear à biodiversidade. Essa poderia ser uma ferramenta poderosa, que associada a aspectos socioeconômicos, poderia ser usada na discussão de um planejamento de larga escala e longo prazo. No entanto, fazer melhor depende não só de saber como, mas fundamentalmente, de mudanças importantes na sociedade.



Embora ainda saibamos pouco sobre a nossa biodiversidade e nossos ecossistemas, certamente o que sabemos nos permitiria planejar de maneira muito mais eficiente o uso sustentável de nossos recursos naturais”

## Sobre os autores:

---

**Érika Garcez da Rocha** é estudante de graduação do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal da Bahia e bolsista do Programa de Iniciação à Extensão PROEXT-MEC-SESU.

Email: erika.garcez.rocha@gmail.com

---

**Joseanne Assis Guedes** é estudante de graduação do curso de Comunicação da Universidade Federal da Bahia e bolsista do Programa Pibiex-UFBA.

Email: joseanneassis@gmail.com

O que achou desse texto? [Clique para opinar.](#)



---

### Citação

Rocha EG & Guedes JA 2013. Conservação da biodiversidade: estudo sobre mudanças de regime pode contribuir para uma gestão eficiente dos recursos naturais. Revista Caititu – aproximando teoria ecológica e aplicação 1(1): 101-108 doi: 10.7724/caititu.2013.v1.n1.d08

### Arbitragem

Esse texto não foi submetido à avaliação por pares.  
Editor: Tiago Jordão Porto, Universidade Federal da Bahia, Brasil.

### Copyright

© 2013 Rocha & Guedes. Este é um texto de acesso livre distribuído sob os termos da Licença Creative Commons, que permite uso, distribuição e reprodução sem fins comerciais em qualquer mídia, contanto que os autores e fonte sejam creditados.

---