

The text that follows is a REPRINT

O texto que segue é um REPRINT.

Please cite as:

Favor citar como:

Graça, P.M.L.A.; M.A. dos Santos Jr.; V.M. Rocha; P.M. Fearnside; T. Emilio; J.S. Menger; R. Marciente; P.E.D. Bobrowiec; E.M. Venticinque; A.P. Antunes, A.N. Bastos & F. Rohe. 2014. Cenários de desmatamento para região de influência da rodovia BR-319: perda potencial de habitats, status de proteção e ameaça para a biodiversidade. pp. 91-101 In: T. Emilio & F. Luizão (eds.). *Cenários para a Amazônia: Clima, Biodiversidade e Uso da Terra*. Editora INPA, Manaus, Amazonas, Brasil. 194 pp.

ISBN 978-85-211-0126-0

Copyright:

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia -INPA

The original publication is available from:

A publicação original está disponível de:

Editora INPA

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA

Avenida André Araújo, 2936

69067-375 Manaus, Amazonas

BRASIL

Cenários de desmatamento para região de influência da rodovia BR-319: perda potencial de habitats, status de proteção e ameaça para a biodiversidade

Paulo Maurício Lima de Alencastro Graça, Marcelo Augusto dos Santos Junior, Vinícius Machado Rocha, Philip Martin Fearnside, Thaise Emilio, Juliana da Silva Menger, Rodrigo Marciente, Paulo Estefano Dineli Bobrowiec, Eduardo Martins Venticinque, André Pinassi Antunes, Anderson Nakanishi Bastos e Fabio Rohe

Dois cenários de desmatamento foram criados para simular a perda de habitats na região de influência da rodovia BR-319 (ALAP- BR-319). Simulações do desmatamento previsto para os próximos 20 anos sob diferentes cenários foram feitas usando o DINAMICA EGO. As distribuições de espécies de palmeiras, aves, morcegos e outros mamíferos foram modeladas a partir de dados de presença-ausência das espécies coletados em escala espacial fina e camadas de informação ambiental em diferentes escalas usando MAXENT. Comparamos a distribuição espacial das áreas sob ameaça de desmatamento com a distribuição espacial da riqueza de espécies e áreas protegidas da região. Ao final de 20 anos, os cenários “sem estrada” e “com estrada” reduziram a cobertura florestal original, respectivamente, em 9,5% e 16,6%. As áreas de maior riqueza de espécies estão concentradas na porção central da ALAP BR-319 onde também se concentra a maior parte das unidades de conservação. Áreas fora de unidades de conservação, representam cerca de 44% da região e estão localizadas em sua maioria nas regiões que hoje sofrem o maior grau de ameaça.

Projetos governamentais de infraestrutura tem sido foco de grande preocupação em relação aos seus impactos ambientais e sociais na Amazônia.

Atualmente, a reconstrução da rodovia federal BR-319, estabelecida ao longo do eixo central do interflúvio dos rios Madeira e Purus, está prevista no Pro-

grama de Aceleração do Crescimento (PAC). Este interflúvio, com cerca de 270 mil km², constitui uma região considerada de alta biodiversidade, em função da extraordinária heterogeneidade de ecossistemas existentes¹. A rodovia BR-319, abandonada desde 1988 mostra-se hoje como uma ameaça à biodiversidade e serviços ecossistêmicos da região. Isso porque a reconstrução desta importante rodovia poderá direcionar a pressão antrópica do Arco do desmatamento, próxima ao sul do Amazonas, para esta região e para áreas adicionais via estradas existentes ou planejadas conectadas à BR-319². Estudos têm demonstrado que a construção de estradas aumenta a chance de desmatamento no seu entorno. Novas estradas abrem acesso às florestas remotas promovendo o avanço da fronteira agrícola e da atividade madeireira^{3,4,5}.

A remoção massiva da cobertura florestal tem implicações ambientais graves, com consequências negativas ao regime hidrológico, clima e biodiversidade⁶. O desmatamento é a principal fonte de destruição dos habitats naturais e na Amazônia tem impactos severos, variando de escala local até global. A destruição dos habitats pela atividade humana tem sido considerada principal causa de extinção de espécies^{7,8}. Portanto, a formulação de cenários que simulem as mudanças de uso e cobertura da terra decorrente de grandes obras viárias é estratégico para que formuladores de políticas públicas e gestores ambientais avaliem os possíveis impactos destas obras sobre a biodiversidade.

Este estudo abrange a região de influência da rodovia BR-319: a Área sob Limitação Administrativa Provisória (ALAP), com 154 mil km² (Figura 1).

A ALAP da BR-319 foi criada em 2006 e teve por objetivo de subsidiar estudos voltados para a criação de unidades de conservação, tendo em vista o potencial de degradação ambiental do empreendimento, e durou por um período de sete meses. Como resultado desta iniciativa foram criadas 11 novas unidades de conservação (5 federais e 6 estaduais), totalizando 28 unidades de conservação na área de influência da rodovia. Neste estudo os limites desta área foram adotados por definirem a região onde é esperado um efeito direto da rodovia.

Modelos espacialmente explícitos de uso e cobertura da terra são adequados para as simulações preditivas de desmatamento. Este estudo elaborou dois cenários de desmatamento futuro na área de influência da BR-319 (Box 1). O primeiro cenário “sem estrada”, que não considera a reconstrução da rodovia, e simula a tendência histórica do desmatamento na região. O segundo cenário “Com Estrada”, considera a reconstrução da rodovia e simula o desmatamento na região a partir do histórico de desmatamento em áreas afetadas por rodovias trafegáveis (BR-364 e BR-230). Os dois cenários levam em conta a existência das áreas protegidas estabelecidas até 2010 e o desmatamento simulado, em ambos, ocorreu em sua maioria (cerca

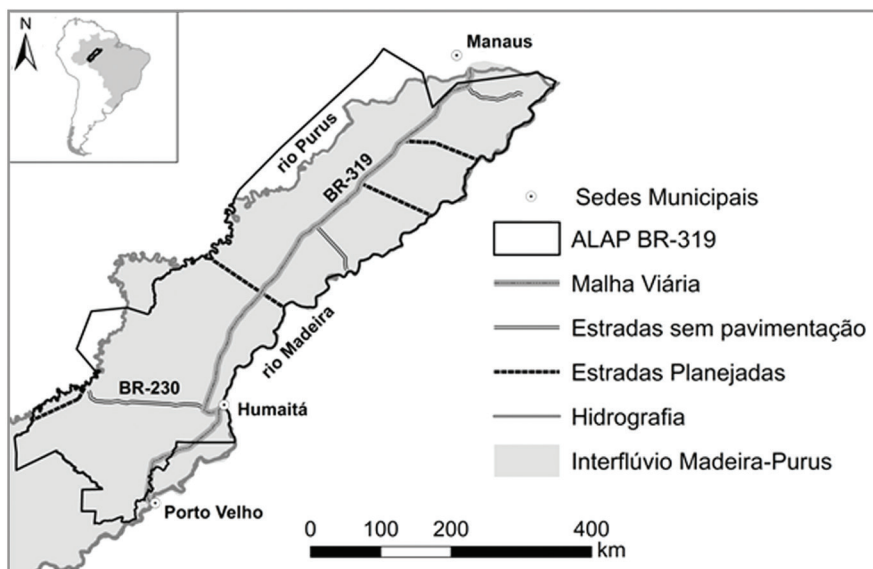


Figura 1. Área de influência da rodovia BR-319 no interflúvio Purus-Madeira

de 80%) fora dos limites destas áreas.

No cenário “sem estrada”, que não considera a reconstrução da rodovia, a cobertura florestal foi reduzida em 9,5% ao final de 20 anos, totalizando uma área desmatada acumulada de 14.097 km². No cenário “com estrada”, em que a rodovia é reconstruída, a cobertura florestal original foi reduzida em 16,6%, acumulando uma área desmatada de 24.525 km² (Figura 2).

O desmatamento foi cerca de 70% maior nas nossas simulações que consideram a reconstrução da BR-319 do no cenário que não prevê a reconstrução da rodovia. As unidades de conservação implementadas - a exemplo do que ocorreu em outras regiões - evitam que o desmatamento ocorra dentro dos seus limites, mas não fora deles. A implicação direta disto é que

os habitats fora das unidades de conservação podem estar ameaçados.

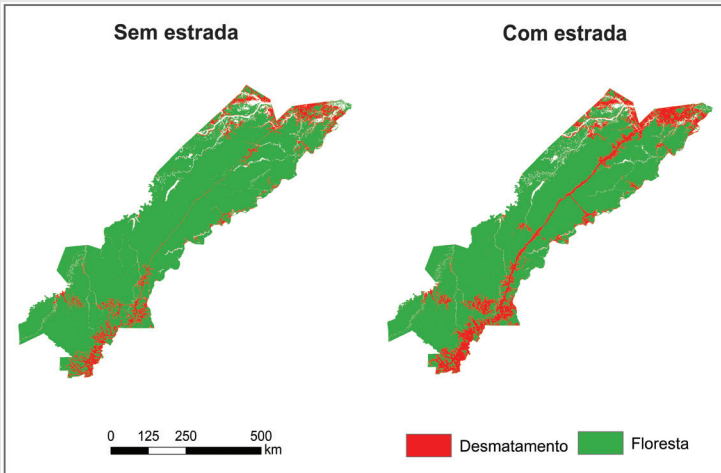
Para parte das 80 espécies com distribuição modelada por este estudo (Box 2) que apresentam mapas de distribuição global disponíveis calculamos quanto desta distribuição está dentro do interflúvio Purus-Madeira. Para a maioria das espécies, o interflúvio Purus-Madeira contribui com apenas 10% de toda sua área de ocorrência. No entanto, algumas espécies têm 100% da sua área de ocorrência no interflúvio Purus-Madeira. Pelo menos três espécies de primatas (*Callicebus stephennashi*, *Callicebus dubius*, *Callicebus caligatus*) e três anfíbios (*Allobates nidicola*, *Allobates caeruleodactylus*, *Allobates subfolionidificans* - não modeladas neste estudo), são endêmicas da região. Para estas espécies perdas

Box 1. SIMULAÇÕES DE DESMATAMENTO

Modelos dinâmicos espacialmente explícitos como os usados neste estudo se propõem a responder onde, quanto, como e quando um determinado fenômeno irá ocorrer. Neste estudo, o fenômeno tratado é o desmatamento, ou seja, a conversão da floresta em corte raso. Para responder a essas questões o modelo espacial dinâmico Dinamica EGO necessita de 3 tipos de dados cartográficos de entrada no modelo:

- (1) mapa inicial de uso/cobertura da terra
- (2) variáveis explicativas estáticas (e.g. mapa de vegetação, solo, declividade, distância às sedes municipais, etc)
- (3) variáveis explicativas dinâmicas, que se alteram ao longo da simulação (e.g. distância às estradas e ao desmatamento prévio).

A partir destes mapas, o Dinamica gera um mapa de probabilidades para cada iteração, fundamentado no método bayesiano de pesos de evidência, que determina a chance de ocorrer o desmatamento dada uma certa configuração espacial (e.g. distância às estradas). A quantidade de desmatamento que deverá ser alocada no mapa de uso/cobertura da terra é calculada com base na tendência histórica do desmatamento de uma região de interesse. Ao final da execução destas etapas o Dinamica produzirá um novo mapa simulado de uso/cobertura da terra para cada ano (iteração), determinando espacialmente o quando ocorrerá o desmatamento.



Este tipo de modelo permite simular diferentes cenários de desmatamento como os gerados neste estudo.

Cenários de desmatamento e perda de biodiversidade

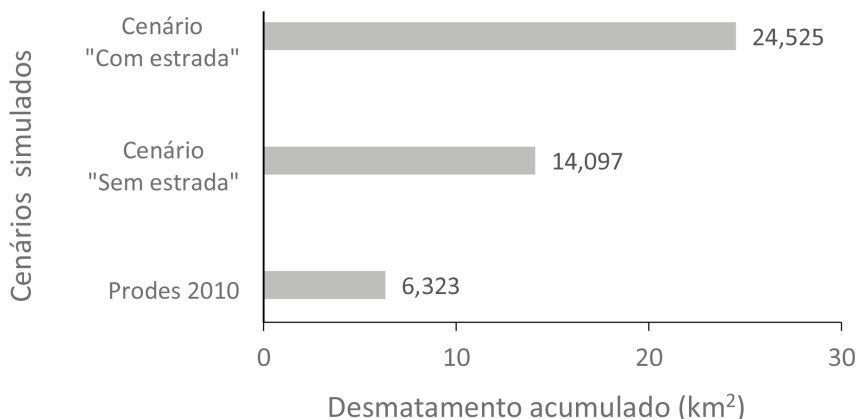


Figura 2. Desmatamento acumulado até 2030 na área da ALAP BR-319 para os cenários simulados e no ano de 2010 (dados Prodes/INPE). Valores em parênteses indicam o percentual de redução da cobertura florestal original

significativas de habitat na região podem levar sua extinção. Ao final de 20 anos, 27% da área desprotegida será desmatada se considerarmos a simulação da reconstrução da rodovia, mas ainda não podemos prever o tamanho da ameaça em mais longo prazo.

A maioria das unidades de conservação foi estabelecida na porção central da ALAP BR-319. Esta região fica longe dos grandes centros urbanos e é onde a ocupação humana é menos intensa, o que facilitou a criação das unidades. Em decorrência da “blindagem” da parte central da rodovia por unidades de conservação, nossas simulações apresentaram grandes perdas de cobertura florestal nos extremos norte e sul da ALAP. Estas regiões são ambientalmente distintas das regiões das áreas protegidas e concentram grande parte da riqueza de espécies da ALAP (Figura

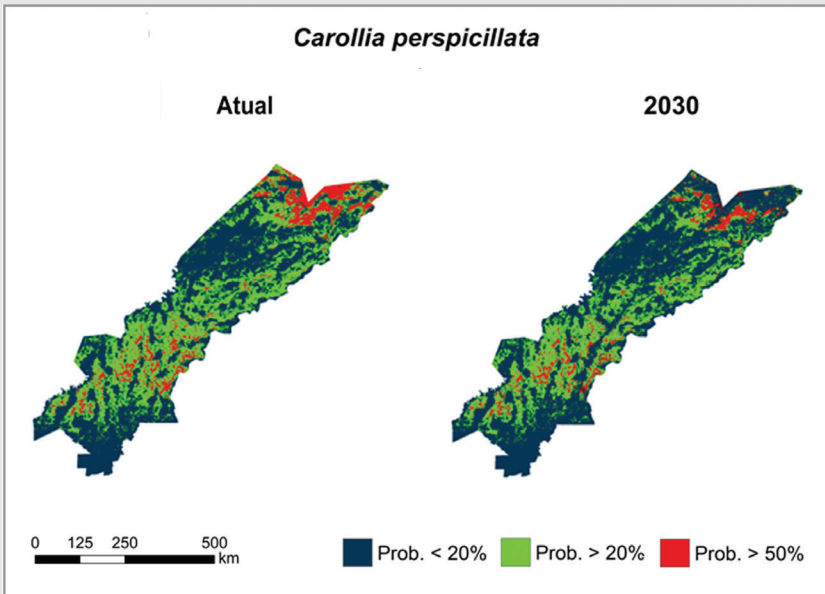
3). Verificamos também que 44% da área da ALAP estão fora de unidades de conservação e terras indígenas.

O desmatamento se concentrou fora de áreas de proteção ambiental (incluindo terras indígenas) nos cenários propostos, reforçando a importância destas em evitar o avanço do desmatamento. No entanto, os efeitos das estradas em induzir o desmatamento não se restringem a sua área de influência direta. No caso da rodovia BR-319, a “blindagem verde” na ALAP está seriamente ameaçada por consequência de várias estradas laterais planejadas (Figura 1) que perpassam a blindagem, podendo levar o desmatamento para regiões mais distantes.

Os resultados apresentado neste estudo consideram modelos de distribuição para um grande número de espécies construídos a partir do melhor

Box 2. COMO ESTIMAR A PERDA DA BIODIVERSIDADE?

Para avaliar o efeito potencial do desmatamento na perda de habitats de espécies nesta região foi utilizada a modelagem de nicho ecológico no programa MAXENT¹². Este método de modelagem relaciona registros de ocorrência (coordenadas geográficas) das espécies com variáveis ambientais (mapas de temperatura, precipitação, altitude, vegetação, entre outros). O programa procura regiões ecológicamente semelhantes àquelas onde a espécie foi amostrada e atribui porcentagens para o quanto essas regiões se aproximam dela. A partir deste foram criados mapas de adequabilidade de habitat para 80 espécies entre aves, mamíferos e palmeiras para a ALAP BR-319.



Foram rodados 100 modelos replicados por espécie com 30% dos registros de ocorrência reservados para teste aleatoriamente. Os habitats foram considerados adequados para a ocorrência da espécie quando apresentam probabilidade de ocorrência maior que 20%. A soma dos mapas de presença de todas as espécies resultou no mapa de riqueza mostrado na figura 3. Para estimar a perda de habitat, comparamos este mapa com os mapas simulados de desmatamento.

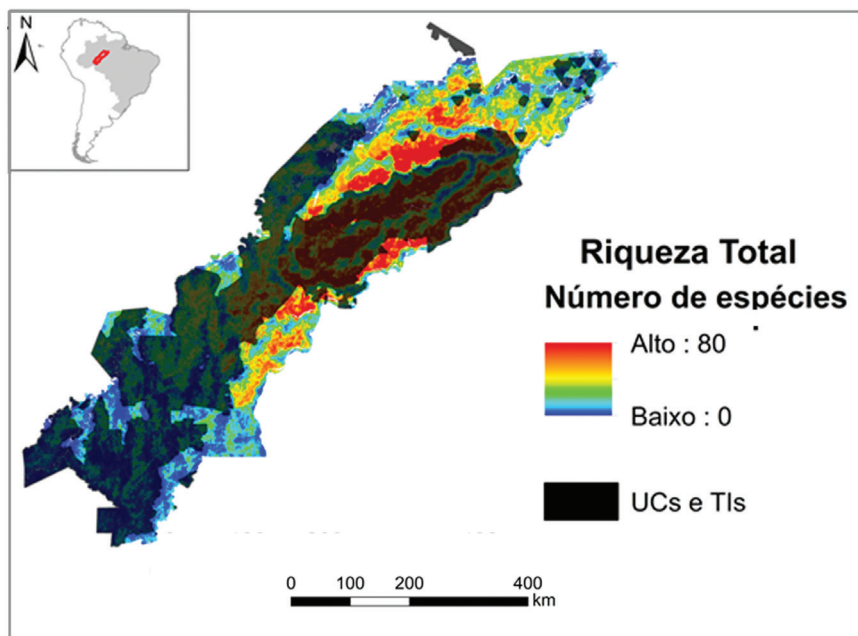


Figura 3. Riqueza de espécies dentro e fora de Unidades de Conservação (UCs) e Terras Indígenas (TIs).

conjunto de dados disponível para esta finalidade até o momento. No entanto, como é mais difícil encontrar áreas naturais nas regiões de maior ocupação no norte e sul da ALAP BR-319, estas são também as áreas onde os modelos de distribuição de espécies são menos confiáveis. Estas regiões são em sua maioria ambientalmente diferentes da parte central e mais bem amostrada da ALAP BR-319. A amostragem insuficiente nestas regiões faz com que os modelos deixem estas condições ambientais fora do intervalo de condições selecionadas como adequadas às espécies. Este pode ter sido o que ocorreu nas regiões sul e sudoeste ALAP da BR-319. Estas foram apontadas neste estudo como tendo baixa

favorabilidade de habitat para grande parte das espécies e consequentemente, menor a riqueza. Felizmente, as regiões sul e sudoeste já possuem Unidades de Conservação, diferentemente da parte norte – também apontada como apresentando baixa riqueza, mas alto grau de endemismo - onde os modelos são mais confiáveis e a floresta ainda está desprotegida.

RECOMENDAÇÕES

Este estudo estabelece uma linha de base para avaliar as consequências do desmatamento nas alterações do habitat de 80 espécies da ALAP da BR-319, mais especificamente: (1) identifica áreas previstas para estar sob a ameaça da

mudança do uso da terra (2) identifica as áreas de adequabilidade de habitat para as espécies e (3) compara mapas de distribuição da riqueza de espécies na região com mapas de unidades de conservação e cenários de desmatamento.

Conjuntamente, estes resultados sugerem que a reconstrução da rodovia BR-319 deverá ter um grande impacto sobre o desmatamento e habitats potenciais na região. Se forem efetivamente implementadas, as unidades de conservação da região terão um importante papel em garantir a proteção de habitat para as espécies que ocorrem na região. No entanto, áreas ainda bastante desconhecidas e localizadas nas regiões de maior ameaça ainda permanecem desprotegidas.

Estudos futuros de biodiversidade devem contemplar as porções norte e sul da ALAP BR-319 para melhorar a confiabilidade dos modelos nestas regiões. Além disso, futuros estudos deverão incluir efeitos de retroalimentação entre o desmatamento e variáveis climáticas para inferir alterações no nicho potencial de espécies. Para isso, são necessários que sejam desenvolvidos modelos regionais de clima em escala compatível com a mesorregião do interflúvio Madeira-Purus.

REFERÊNCIAS

- 1 MMA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2007) Biodiversidade do Médio Madeira: bases científicas a para propostas de conservação. (org.) Py-Daniel LR, de Deus CP, Henriques

AL, Pimpão DM, Ribeiro OM, INPA, Manaus, 244p.

- 2 FEARNSSIDE PM, GRAÇA, PMLA (2006) BR-319: Brazil's Manaus-Porto Velho Highway and the potential impact of linking the arc of deforestation to Central Amazonia. *Environmental Management* (38):705–716.
- 3 SOARES-FILHO BS, NEPSTAD DC, CURRAN L, CERQUEIRA GC, GARCIA RA, RAMOS CA, MCDONALD A, LEFEBVRE P, SCHLESINGER P, MCGRATH D (2005) Cenários de desmatamento para a Amazônia. *Estudos Avançados* (19):138-152.
- 4 SOARES-FILHO BS, ALENCAR A, NEPSTAD DC; CERQUEIRA GC; VERA DIAZ M.; RIVERO S, SOLÓRZANO L, VOLL, E. (2004) Simulating the response of land cover changes to road paving and governance along a major Amazon highway: the Santarém-Cuiabá corridor. *Global Change Biology* (10):745-764.
- 5 FERREIRA LV, VENTICINQUE E, ALMEIDA, S (2005) O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. *Estudos Avançados* (19): 157-166.
- 6 FEARNSSIDE, PM (2008) Amazon Forest maintenance as a source of environmental services. *Anais da Academia Brasileira de Ciência* (80): 101-114.
- 7 VALLADARES-PADUA CB, MARTINS CS, RUDRAN R (2003) Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre, eds Cullen Jr, Valladares-Padua CB, Rudran R. (Editora da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e Fundação

- O Boticário de Proteção à Natureza), pp 647-665.
- 8 Pimm SL & Raven P (2000). Biodiversity: Extinction by numbers. *Nature* (403), 843-845.
- 9 FEARNside PM, GRAÇA PMLA, KEIZER EWH, MALDONADO FD, BARBOSA RI, NOGUEIRA EM (2009) Modelagem de desmatamento e emissões de gases de efeito estufa na região sob influência da rodovia Manaus-Porto Velho (BR-319), *Revista Brasileira de Meteorologia* (24): 208-233.
- 10 SOARES-FILHO BS, PENNACHIN C, CERQUEIRA G (2002) Dinâmica - a stochastic cellular automata model designed to simulate the landscape dynamics in an Amazonian colonization frontier. *Ecological Modelling* (154):217-235.
- 11 RODRIGUES HO, SOARES-FILHO, BS; COSTA, WLS (2007) Dinâmica EGO, uma plataforma para modelagem de sistemas ambientais. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- 12 PHILLIPS SJ, ANDERSON RP, SCHAPIRE RE (2006) Maximum entropy modeling of species geographic distributions *Ecological Modelling* (190): 231-259.
- quisas Espaciais. Ele tem se dedicado às questões relacionadas às técnicas de mapeamento de exploração seletiva, modelagem de uso da terra e impactos de desmatamento na Amazônia.

Marcelo Augusto dos Santos Junior.:

possui mestrado em Ciências Biológicas área de concentração Ecologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA (2008). Tem experiência na área de Ecologia, Zootecnia e Geoprocessamento, com ênfase em Ecologia de paisagens, Ecologia de aves neotropicais, Ecologia do Bioma Amazônico, atuando principalmente nos seguintes temas: conservação, SIG, modelagem de biodiversidade e uso da terra e história natural.

Vinícius Machado Rocha: É mestre (2010) e doutorando em Clima e Ambiente pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), em Manaus/AM. É pesquisador do grupo de estudos em dinâmica das paisagens, vinculado ao Departamento de Geografia da Universidade Federal de Viçosa – UFV. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geografia e Meteorologia, atuando principalmente nos seguintes temas: Climatologia e Climatologia Geográfica; Interações Clima-Biosfera da Amazônia; Mudanças no Uso da Terra e no Clima; Clima Urbano e Ilha de Calor.

SOBRE OS AUTORES

Paulo Maurício Lima de Alencastro Graça é pesquisador titular do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia e possui doutorado em sensoriamento remoto pelo Instituto Nacional de Pes-

Philip Martin Fearnside: é pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), em Manaus, desde 1978. Pesquisador 1-A do CNPq e membro da Academia Brasileira de

Ciências, ele coordena o INCT dos Serviços Ambientais da Amazônia. Em 2006 foi identificado pelo Thompson-ISI como o segundo cientista mais citado no mundo na área de aquecimento global. Suas mais de 450 publicações estão disponíveis em <http://philip.inpa.gov.br>.

Thaise Emilio é doutora em Ecologia e estuda padrões e processos relacionados com a distribuição de espécies e da vegetação na Amazônia. Seus interesses de pesquisa incluem ecologia de palmeiras e como as condições ambientais determinam a sua distribuição e abundância.

Juliana da Silva Menger: mestre em Biologia (Ecologia) pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA (2011). Atualmente é bolsista DAAD-CAPEs, realizando seu doutorado no Helmholtz Centro de Pesquisas Ambientais - UFZ, em cooperação com a Universidade de Leipzig, Alemanha e com o INPA. Tem interesse em distribuição e ecologia de aves amazônicas.

Rodrigo Marciente é mestre em Ecologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Estuda a ecologia de comunidades dos morcegos, com enfoque na associação de fatores locais (micro-ambientais) e ao nível da paisagem sobre os padrões de distribuição e uso dos ambientes pelas espécies de morcegos do Bioma Amazônia.

Paulo Estefano Dineli Bobrowiec é biólogo, pós-doutorando da Coordenação de Biodiversidade e professor

orientador do curso de Pós-graduação em Ecologia do INPA. Seu principal interesse é o estudo dos fatores que determinam a distribuição das espécies e a estrutura das assembleias, principalmente em morcegos.

Eduardo Martins Venticinque trabalha com conservação da biodiversidade na Amazônia desde os meados dos anos 80 e recentemente na Caatinga. Atualmente é professor da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN. Tem experiência na área de Ecologia, com ênfase em Ecologia de Paisagem, atuando principalmente nos seguintes temas: Conservação, Amazônia, Ecologia de paisagens e fragmentação.

André Pinassi Antunes possui mestrado em Zoologia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP Rio Claro e doutorando em Ecologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Tem foco em pesquisa e extensão no tema conservação e manejo da fauna na Amazônia.

Anderson Nakanishi Bastos possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP Rio Claro (2006). Possui mestrado em Ecologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, onde realizou estudo com primatas numa floresta de terra firme, no interflúvio Purus-Madeira, Amazônia Central. Atualmente atua como consultor de fauna especialidade em médios e grandes mamíferos.

Cenários de desmatamento e perda de biodiversidade

Fabio Rohe é graduado em Ecologia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP Rio Claro e mestre em Ecologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Mastozoólogo, com interesse em ecologia e taxonomia, e que

tem na última década estudado principalmente estes aspectos dos primatas amazônicos. Coordenou o projeto que disponibilizou dados de mamíferos terrestres e arborícolas e aves de grande porte para este trabalho

PARA SABER MAIS SOBRE O ASSUNTO

Publicações

consultar <http://agroeco.inpa.gov.br/>

Relatório online dos bolsista disponível em:

http://cenarios.inpa.gov.br/relatorios/SANTOSJR_2012_CENARIOS_INPA.pdf

Para fontes de registros de ocorrência de espécie e camadas ambientais para modelagens, favor consultar capítulo 5 deste volume.

