



Espécies Ameaçadas de Extinção e Áreas Críticas para a Biodiversidade no Pará

Ana Luisa Kerti Mangabeira Albernaz
Teresa Cristina Sauer Avila-Pires
Organizadoras

**ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO E
ÁREAS CRÍTICAS PARA A BIODIVERSIDADE NO PARÁ**

GOVERNO DO BRASIL

Presidente da República
Luis Inácio Lula da Silva

Ministro da Ciência e Tecnologia
Sergio Machado Rezende

MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

Diretora
Ima Célia Guimarães Vieira

Coordenador de Pesquisa e Pós-Graduação
Nilson Gabas Júnior

Coordenador de Comunicação e Extensão
Nelson Sanjad

CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL (CI-BRASIL)

Presidente
Roberto Brandão Cavalcanti

Diretor Executivo
Fábio Rubio Scarano

Diretora de Operações
Viviane Ude de Sousa

CI-BRASIL – PROGRAMA AMAZÔNIA

Diretora do Programa Amazônia
Patrícia Carvalho Baião

Gerente do Programa Amazônia
Renata de Melo Valente

Coordenação Editorial
Andréa Sanjad

Assistência Editorial e Revisão
Rafaele Lima

Capa, Projeto gráfico e editoração
Ricardo Harada Ono
Elaynia Ono

Apoio
Projeto Integrado MCT e Embrapa

FICHA CATALOGRÁFICA

Espécies Ameaçadas de Extinção e Áreas Críticas para a Biodiversidade no Pará

Ana Luisa Kerti Mangabeira Albernaz
Teresa Cristina Sauer Avila-Pires
Organizadoras



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA
E TECNOLOGIA



APRESENTAÇÃO

Um dos maiores desafios que a humanidade precisa enfrentar nas próximas décadas é frear o acelerado processo de extinção de espécies no planeta. A União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) listou 16.928 espécies ameaçadas de extinção no mundo, das quais 99% estão ameaçadas por causa da expansão das atividades humanas. Porém, como o nível de ameaça para a maioria dos grupos de organismos ainda não foi avaliado cientificamente, o número real de espécies ameaçadas de extinção no mundo inteiro está, certamente, muito subestimado. Iniciativas internacionais, tal como a Countdown 2010, foram criadas com a finalidade de mobilizar as ações necessárias para garantir que os governos e a sociedade civil tomem as medidas necessárias para contrapor a perda de biodiversidade em 2010 - o Ano Internacional da Biodiversidade.

Nesse contexto, o Estado do Pará pode se orgulhar de ter contribuído significativamente com o processo de construção de uma política estadual moderna para tratar de forma adequada o problema da extinção de espécies. Uma parceria entre o Governo do estado do Pará, o Museu Paraense Emílio Goeldi e a Conservação Internacional desenvolveu, de 2003 a 2006, uma lista estadual de espécies ameaçadas de extinção, que foi baseada nos critérios universalmente recomendados pela IUCN, sendo caracterizada por seu rigor científico, grande transparência no trato das informações e pelo amplo engajamento de todos os setores da sociedade, por meio de um processo inovador de consulta pública, nunca antes visto em qualquer lugar do mundo. Como uma simples lista de espécies ameaçadas significava muito pouco para resolver um problema de dimensões tão amplas, tornava-se necessário criar um novo marco legal que fosse muito além da lista de espécies. Como consequência, o Governo do estado do Pará criou, em 2007, o Programa Extinção Zero, que tem como meta evitar a extinção de qualquer espécie de planta ou animal nativo no Pará.

A proposta mais inovadora do Programa Extinção Zero está associada à identificação das áreas críticas para a biodiversidade no estado do Pará. Estas áreas são os lugares mais importantes para a conservação de populações de espécies ameaçadas de extinção e devem ser consideradas como uma das informações mais relevantes em um processo de planejamento do uso do território paraense. A identificação dessas áreas exigiu mais de dois anos de trabalho intenso para organizar as informações detalhadas sobre as distribuições das espécies, selecionar e utilizar as ferramentas mais modernas de modelagem ambiental e conduzir um amplo processo de revisão científica dos resultados.

Este livro apresenta, passo a passo, todo o processo que o Museu Paraense Emílio Goeldi e a Conservação Internacional desenvolveram a fim de propor, pela primeira vez, um conjunto de áreas críticas para a conservação da biodiversidade paraense. Esperamos que as informações apresentadas aqui sejam usadas de forma adequada por todos os setores da sociedade, para evitar que uma parcela significativa do patrimônio natural do estado seja perdida para sempre.

Belém, 22 de setembro de 2009.

Ima Célia Guimarães Vieira

Diretora, Museu Paraense Emílio Goeldi

José Maria Cardoso da Silva

Vice Presidente, Divisão da América do Sul,
Conservação Internacional

INTRODUÇÃO

Em 2007, foi homologada pelo estado a lista de espécies ameaçadas do Pará, elaborada por meio de uma parceria entre o Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), a Conservação Internacional (CI) e a Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA), com o apoio de especialistas. Foram reconhecidas como ameaçadas 181 espécies, das quais 128 foram classificadas como vulneráveis; 40 em perigo e 13 criticamente em perigo. A lista inclui 53 espécies de plantas, 37 de invertebrados, 29 de peixes, três de anfíbios, 13 de répteis, 31 de aves e 15 de mamíferos, a qual está disponível na página da SEMA¹.

Em fevereiro de 2008, o estado do Pará criou o Programa Extinção Zero (Decreto nº 802, de 20/02/2008). O Decreto reconhece todas as categorias de ameaça incluídas na lista e recomenda que todas as espécies ameaçadas de extinção tenham suas distribuições mapeadas, a fim de identificar e delimitar

¹ http://www.sectam.pa.gov.br/relacao_especies.htm.

áreas críticas para a biodiversidade. Além disso, decreta que todas as áreas críticas para a biodiversidade são consideradas como regiões prioritárias para ações e investimentos de conservação, restauração e monitoração ambiental.

O Projeto Espécies Ameaçadas e Áreas Críticas para a Biodiversidade iniciou em 2008 como uma nova parceria entre o MPEG, a CI e a SEMA. Seus principais objetivos foram aprimorar os conhecimentos sobre a distribuição das espécies ameaçadas no Pará e propor áreas críticas para sua conservação. O presente trabalho visa apresentar os resultados dessa iniciativa.

O projeto foi constituído por uma primeira fase, na qual foi compilada parte dos dados e realizadas análises preliminares, envolvendo, principalmente, a equipe do Museu Paraense Emílio Goeldi (Apêndice 1). Em fevereiro de 2009, foi realizado um Seminário para apresentação e discussão desses resultados, com a participação de especialistas de outras instituições (Apêndice 2). Durante o Seminário, algumas sugestões para melhoria do trabalho foram feitas, as quais foram acatadas em sua maioria, sendo que o produto aqui apresentado já contém as mudanças ou acréscimos indicados nele.

MÉTODOS

DADOS DE OCORRÊNCIA DAS ESPÉCIES

Os dados de espécies ameaçadas foram obtidos junto a pesquisadores especialistas do Museu Paraense Emílio Goeldi e complementados depois do Seminário. As coordenadas, fornecidas em diferentes formas, foram todas convertidas para uma mesma unidade, o grau decimal, e inseridas em um banco de dados único. Além dos dados obtidos com especialistas da instituição, buscaram-se outros registros que pudessem estar georreferenciados, como os dados de inventários do Projeto Radar na Amazônia (RADAM), para árvores, e os dados disponíveis na rede SpeciesLink.

Para melhor definir as áreas de ocorrência, optou-se, quando possível, pela utilização de modelos de distribuição de espécies. A modelagem foi considerada a estratégia mais viável em relação à simples utilização dos pontos em decorrência das seguintes razões:

1. Muitos dos pontos de ocorrência obtidos durante o projeto são registros antigos. Isso traz dois tipos de problemas: o primeiro

é que a maioria das espécies da lista de ameaçadas está nessa condição principalmente por ser endêmica às áreas mais degradadas do estado. Muitos desses pontos antigos, quando colocados sobre imagens de satélite ou outras bases de dados recentes de áreas desflorestadas (como a do Projeto PRODES - Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite, por exemplo), estão sobre áreas degradadas, o que traz grande incerteza sobre sua ocorrência atual naquela área. O segundo grande problema com os pontos mais antigos é a imprecisão da sua localização. Para todos eles, as coordenadas foram obtidas via “gazeteers” ou indicação de especialistas sobre onde os principais coletores de seu grupo andaram. Dessa forma, é bem provável que contenham erros de localização.

2. Mesmo para os dados mais recentes, a indicação de apenas um ponto para definir uma área crítica restringe muito as oportunidades. Uma das grandes vantagens das metodologias mais atuais de planejamento em conservação é permitir analisar

cenários alternativos de conservação, trazendo maior flexibilidade às negociações entre os diversos setores da sociedade.

3. A maioria das espécies responde a variações ambientais e por isso é razoável se ter confiança na geração dos modelos baseados em nicho ecológico.

Para avaliar a possibilidade de aplicar modelagem para uma determinada espécie, foram considerados o número de registros de ocorrência, sua distribuição e o conhecimento prévio da espécie, com o intuito de avaliar se o modelo era plausível. Para a utilização dos modelos de distribuição, foram utilizados também os critérios de avaliação dos modelos, principalmente a área sob a curva “Receiving Operating Characteristic” (ROC), chamada de “Area Under Curve” (AUC), que deveria atingir valores acima de 0.75, tanto para as amostras de treino como para as de teste (Fielding & Bell, 1997; Elith *et al.*, 2006). Para as espécies em que a modelagem não foi considerada satisfatória, optou-se pelo uso direto dos pontos na definição de áreas críticas.

Para a geração dos modelos, além dos dados de ocorrência das espécies, foi necessário compilar e selecionar dados de condições ambientais que pudessem ajudar a prever a distribuição das espécies.

DADOS AMBIENTAIS

Os dados ambientais utilizados na modelagem foram:

DADOS CLIMÁTICOS

Os dados climáticos utilizados foram da base WorldClim (Hijmans *et al.*, 2005), um projeto desenvolvido na Universidade de Berkeley, no qual foram geradas, por meio de modelagem, diversas camadas climáticas para o mundo inteiro. Essas camadas foram construídas com médias dos parâmetros (chuva, temperatura) ao longo de 30 anos (1960-1990). O WorldClim disponibiliza em sua página na internet layers com os valores mensais de cada parâmetro e camadas com valores compostos (como média de pluviosidade nos três meses mais secos ou sazonalidade da temperatura), que estão agrupadas como camadas bioclimáticas. Para a modelagem, foram utilizadas as 19 camadas bioclimáticas (Tabela 1), na escala de 30 arc-segundos.

Tabela 1. Descrição das variáveis bioclimáticas.

BIO1	Temperatura média anual
BIO2	Variação média diurna (média mensal (temp. máx. - temp. mín.))
BIO3	Isotermalidade (BIO2/BIO7) (* 100)
BIO4	Sazonalidade da temperatura (desvio-padrão *100)
BIO5	Temperatura máxima no mês mais quente
BIO6	Temperatura mínima no mês mais frio
BIO7	Variação anual de temperatura (BIO5-BIO6)
BIO8	Temperatura média no quarto mais úmido
BIO9	Temperatura média no quarto mais seco
BIO10	Temperatura média no quarto mais quente
BIO11	Temperatura média no quarto mais frio
BIO12	Precipitação anual
BIO13	Precipitação no mês mais úmido
BIO14	Precipitação no mês mais seco
BIO15	Sazonalidade da precipitação (coeficiente de variação)
BIO16	Precipitação no quarto mais úmido
BIO17	Precipitação no quarto mais seco
BIO18	Precipitação no quarto mais quente
BIO19	Precipitação no quarto mais frio

DADOS TOPOGRÁFICOS

Os dados topográficos foram obtidos da base Hydro 1K, desenvolvida pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), que consiste em bases derivadas do Radar Shuttle (SRTM). O conjunto inclui bases relacionadas ao relevo e à hidrografia. Para este trabalho, foram usadas apenas as bases relacionadas ao relevo: altitude, inclinação e índice topográfico.

TIPOS DE VEGETAÇÃO

A base de dados utilizada para vegetação foi a do Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM), na escala 1:250.000, adotando-se como atributos as 48 classes definidas no processo de Atualização das Áreas Prioritárias para a Conservação de 2006 (MMA, 2007). Das 48 classes, 33 ocorrem no Pará, sendo que uma delas corresponde a áreas já antropizadas e sem informação anterior, que poderiam induzir a modelos equivocados, nos quais essas áreas fossem indicadas como de provável ocorrência, pelo fato dos casos terem sido

registrados antes do desflorestamento. Por essa razão, as áreas antropizadas foram removidas do mapa antes da modelagem. Como esse procedimento causava a perda de muitos registros de ocorrência relacionados às áreas eliminadas, e isso poderia comprometer o ajuste do modelo, sempre que possível, evitou-se o uso da base de vegetação na geração dos modelos. Na prática, essa base foi utilizada apenas na modelagem de uma espécie, *Piprites chloris grisescens*, para a qual não foi possível obter um bom modelo sem o mapa de vegetação.


MODELAGEM

O algoritmo escolhido para a modelagem foi o de máxima entropia, disponibilizado no software MaxEnt (versão 3.3.0). O MaxEnt tem uma interface de simples utilização e tem um bom desempenho quando comparado aos demais algoritmos amplamente utilizados para a modelagem de distribuição de espécies (Elith *et al.*, 2006). Além disso, trabalha apenas com dados de presença, o que permite a utilização de dados de coleções na modelagem, e gera estatísticas de validação.

Para permitir o uso de estatísticas de validação, mas evitar a perda de pontos de ocorrência, que são especialmente escassos para as espécies em extinção, foi utilizada a técnica de 'bootstrap' para a geração dos modelos de espécies. Para cada espécie, foram gerados 15-20 modelos, com proporções de treino de 30-40%, dependendo do número de observações disponível (40% para as espécies com mais de 50 registros de ocorrência). Foram, então, analisados os AUCs de todos os modelos individuais, e os modelos foram considerados satisfatórios quando pelo menos 80% das tentativas tinham os AUCs de treino e de teste acima de 0.75. O modelo médio foi, então, usado

como base para a definição das áreas de ocorrência.

O resultado obtido é um mapa das probabilidades de ocorrência da espécie, baseado nas combinações entre os registros e as condições ambientais neles encontradas. Para definir a área de ocorrência de cada espécie a partir desse mapa, é necessário ainda estabelecer os limiares de probabilidade em que a espécie será considerada presente e definir se todas as áreas apontadas pelos modelos são acessíveis à espécie. A maioria dos limiares foi definida com a ajuda de especialistas. Para que os especialistas pudessem ter bases para definir os limiares apropriados, foram feitas algumas reclassificações prévias (de probabilidades para uma resposta binária – presença e ausência), com base nos resultados dos modelos. As reclassificações apresentadas foram baseadas no limiar mínimo de presença (“least presence treshold” – LPT; Pearson *et al.*, 2007) e no balanço entre sensibilidade (fração positiva verdadeira) e especificidade (fração negativa verdadeira) (Fielding & Bell, 1997; Liu *et al.*, 2005; Pearson, 2007). O primeiro desses métodos leva a um mapa mais inclusivo e o segundo restringe um pouco mais a área de ocorrência. Esses dois mapas, mais o original com as probabilidades, foram apresentados aos especialistas, que algumas vezes escolheram um deles e em



outras propuseram novos limites, de forma a obter um mapa de ocorrência que lhes parecia mais fiel à área conhecida de distribuição da espécie. Além disso, os especialistas apontaram as áreas inacessíveis às espécies. Para as aves, por exemplo, muitos dos táxons da lista são subespécies. Para aumentar os registros de ocorrência e possibilitar melhor ajuste dos modelos, optou-se por gerá-los com todos os registros da espécie e depois delimitar a área dos táxons da lista. Muitos deles, por exemplo, eram táxons da área de endemismo Belém (como *Dendrocincla merula badia* e *Phlegopsis nigromaculata paraensis*, para citar só alguns), e, então, a ocorrência foi limitada a essa área. Um outro exemplo foi a planta da espécie *Euxylophora paraensis*, cujo modelo apresentou uma pequena área na margem esquerda do Tapajós. Como esse rio é conhecido como sendo o limite ocidental da espécie, as áreas que o ultrapassaram foram reclassificadas para ausência da espécie.

Para ajudar nesses cortes relacionados à acessibilidade, outras bases digitais utilizadas foram a de interflúvios (gerada pelo Projeto Áreas Protegidas da Amazônia - ARPA, a partir da base de hidrografia de rios principais do SIPAM, na escala de 1:250.000), e a de bacias do nível 3 da Agência Nacional de Águas (ANA).

Como a maioria das espécies ocorre sobre toda a Amazônia, a maioria delas foi modelada utilizando-se registros e variáveis ambientais para todo o bioma. As exceções foram *Pseudoboa nigra* e *Bufo ocellatus*, para as quais foram utilizados dados de todo o Brasil, e os mamíferos de grande porte, modelados com dados de toda a América do Sul.

Tabela 2. Área ocupada pelos alvos e respectivas metas.

ÁREA OCUPADA	META ATRIBUÍDA
Até 100 mil	100%
De 100 mil a 1 milhão	90%
De 1 a 5 milhões	70%
De 5 a 10 milhões	60%
De 10 a 20 milhões	30%
De 20 a 25 milhões	20%
Mais de 25 milhões	10%

DEFINIÇÃO DE ÁREAS CRÍTICAS PARA A CONSERVAÇÃO

Para a definição das áreas críticas, foi usado um sistema de suporte à decisão, que ajuda a indicar, no conjunto de áreas disponíveis, quais seriam as mais eficientes em conservar os alvos ainda não suficientemente protegidos. O princípio básico dos sistemas de suporte à decisão é a complementaridade, em que são priorizadas para conservação áreas que contêm alvos (espécies ou ambientes) ainda não encontrados no interior das áreas protegidas. Neste trabalho, os alvos foram as espécies ameaçadas e os tipos de vegetação (mapa do RADAM 1:250.000 – o mesmo mapa descrito na seção de modelagem). Os tipos de vegetação foram incluídos como alvos por recomendação do Seminário do projeto. As metas, que são uma quantificação de cada alvo a ser protegido, foram definidas com base na área de ocorrência de cada alvo, sendo designada maior área aos alvos de ocorrência mais restrita (Tabela 2).

O sistema de suporte à decisão utilizado foi o “Marine Reserve Design using Spatially Explicit Annealing” (MARXAN), desenvolvido na Universidade de Queensland, Austrália (Ball & Possingham, 2000), que opera com o algoritmo de têmpera simulada. Uma das vantagens desse algoritmo é que ele permite a utilização de atributos de configuração espacial. Um desses atributos é o minimizador de perímetro, que favorece a agregação das células na solução, evitando, assim, a fragmentação excessiva do sistema de áreas protegidas. Neste estudo, após testar diversos valores para o modificador de perímetro, atribuiu-se ao mesmo um valor de 70.

Outra vantagem do MARXAN é que esse algoritmo, além de maximizar as metas de proteção para todas as espécies e minimizar o perímetro, simultaneamente minimiza os custos do sistema. Na prática, isso significa que, se forem incluídas informações sobre a vulnerabilidade dos ambientes ao desflorestamento, o sistema buscará a solução (ou as soluções) que procure(m) incluir todas as espécies e tipos de vegetação nas áreas menos vulneráveis ao desflorestamento. Neste trabalho, essa foi a abordagem dada aos custos – a chance de conversão, de área natural para desmatada, nos próximos anos.

CONVERSÃO DE FLORESTAS

Para representar a vulnerabilidade à conversão, optou-se por usar a modelagem ao invés dos dados diretos de desflorestamento. Preferiu-se essa opção porque a modelagem inclui diversos fatores relacionados à perda da cobertura vegetal (como proximidade a áreas convertidas anteriormente, dinâmicas sociais e econômicas e características fisiográficas da área), que melhor representam a “atratividade” de cada unidade de análise (pixel de 400m) para atividades econômicas. O modelo utilizado foi o desenvolvido por Britaldo Soares para o programa ARPA (Nelson *et al.*, 2006), no cenário “business as usual”, por ser de excelente qualidade técnica e amplamente disponível. Esses dados estavam na resolução espacial de 400 m.

No modelo utilizado, o valor de cada pixel é referente ao número de anos em que é previsto que aquele pixel seja desmatado. Dessa forma, os valores mais baixos representam maior proximidade da conversão ou maior vulnerabilidade. No entanto, essas são as áreas que teriam maior custo de proteção. Por isso, para a utilização do modelo no sistema de suporte à decisão, a escala foi invertida. Como o cenário havia sido projetado por um período

de até 36 anos, às áreas com maior probabilidade de serem convertidas foi atribuído o maior valor, de 36. Após a inversão da escala, o valor de cada pixel foi ainda multiplicado por uma constante (20.000) a fim de que os valores de custo fossem altos o suficiente para que a função de minimização tivesse peso na busca da solução.

Assim como os dados das espécies, os valores de custo são atribuídos a cada unidade de planejamento (UP), que, neste estudo, foram hexágonos de 7.000 ha. O valor atribuído a cada UP foi a média dos valores de todos os pixels em seu interior.


ÁREAS PROTEGIDAS

As áreas já protegidas são importantes na definição de prioridades para a conservação, porque elas permitem avaliar quais alvos já estão representados no sistema e quais ainda não estão contemplados, e que, por isso, devem ser prioridades para conservação. Essa avaliação, em geral, é chamada análise de lacunas e é o resultado de muitas análises já apresentadas sobre o status de conservação de uma determinada região. O sistema de suporte à decisão vai um pouco além dessa etapa, indicando quais áreas são necessárias para complementar o sistema, ou seja, as áreas que, juntamente com as já existentes, são capazes de incluir as metas atribuídas a todos ou à maioria dos alvos. Uma das principais dificuldades na realização dessas etapas (análise de lacunas e indicação de áreas complementares) é a definição de quais categorias de áreas protegidas serão consideradas satisfatórias na proteção dos alvos de conservação. Por exemplo, algumas das espécies ameaçadas estão nessa condição por serem espécies de interesse para uso humano (como as madeireiras, e as cinegéticas). Pode-se considerar que essas espécies têm um nível adequado de proteção em Unidades de Conservação

de uso sustentável? E em Terras Indígenas? Infelizmente, não há estudos suficientes sobre as populações dessas espécies para fazer tal afirmativa. Por isso, neste estudo, optou-se por gerar cenários alternativos, considerando as diferentes categorias de áreas protegidas como conservadas ou disponíveis. Foram gerados três cenários:

1. Considerando conservadas apenas as Unidades de Conservação de Proteção Integral (Parques, Reservas Biológicas, Estações Ecológicas);
2. Considerando todas as Unidades de Conservação como conservadas (incluindo as de uso sustentável, como Reservas Extrativistas (RESEX), Reservas de Desenvolvimento Sustentável (RDS), Florestas (Florestas Nacionais - FLONAs e Florestas Estaduais - FLOTAs), Áreas de Proteção Ambiental (APAs));
3. Considerando também as Terras Indígenas como áreas conservadas.

A consideração das diferentes categorias de proteção (Unidades de Conservação de Proteção Integral - UCPI, Unidades de Conservação



de Uso Sustentável - UCUS e Terras Indígenas - TI) permite a avaliação da contribuição relativa de cada categoria na proteção dos alvos. Para esse trabalho, foram incluídas apenas as Áreas Protegidas federais e estaduais, cujos limites estão disponíveis em arquivos de Sistema de Informação Geográfica. Todas as sobreposições foram removidas, com as Terras Indígenas sendo soberanas sobre as demais categorias, e as UCPI sendo soberanas em relação às UCUS.

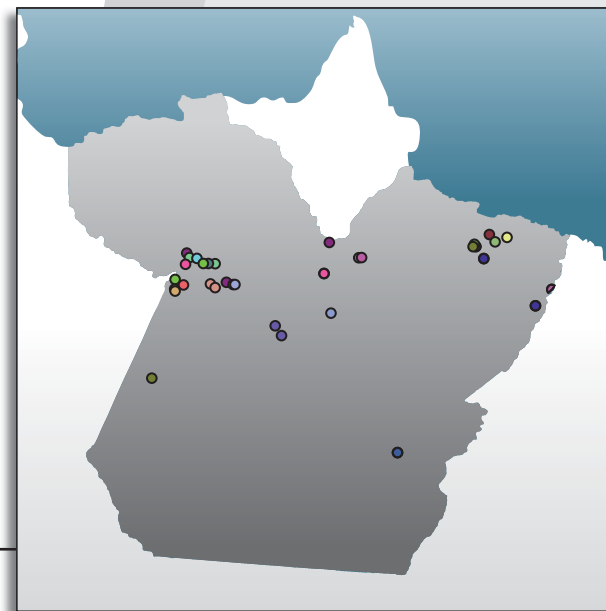
RESULTADOS

MAPEAMENTO DAS ESPÉCIES AMEAÇADAS

Durante a execução do projeto, foram reunidos 5.865 pontos de ocorrência para 122 espécies. Esses registros incluíram:

- 2.936 registros de plantas (50 spp.)
- 51 de invertebrados (23 spp.)
- 97 de anfíbios (2 spp.)
- 70 de répteis (5 spp.)
- 2.087 de aves (30 spp.)
- 624 de mamíferos (12 spp.)

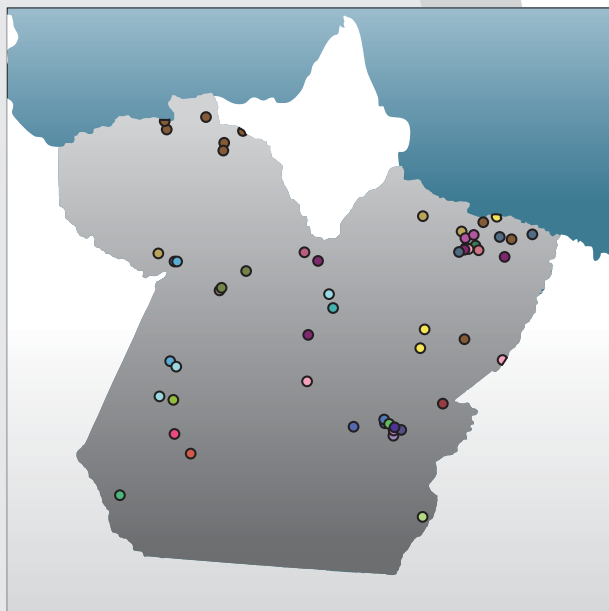
Entre essas, foi possível modelar a distribuição para 47 espécies, e para outras 60 foram utilizados pontos de ocorrência (Figuras 1 a 10). Para os mamíferos de grande porte (onças, tamanduá-bandeira), apesar do número razoável de registros de ocorrência, a distribuição dos pontos de ocorrência



INVERTEBRADOS - PONTOS Espécies

● <i>Abapeba echinus</i>	● <i>Heraclides chiansiades maroni</i>
● <i>Agrias amydon</i>	● <i>Heraclides chiansiades mossi</i>
● <i>Agrias claudina</i>	● <i>Heraclides garleppi lecerfi</i>
● <i>Agrias hewitsonius</i>	● <i>Hypoleria lavinia mulviana</i>
● <i>Agrias narcissus</i>	● <i>Megaphobema teceae</i>
● <i>Anapis discoidales</i>	● <i>Parides hahneli</i>
● <i>Avicularia ancylochira</i>	● <i>Parides klagesi</i>
● <i>Drymusa canhemabae</i>	● <i>Parides panthonus</i>
● <i>Drymusa colligata</i>	● <i>Parides panthonus aglaope</i>
● <i>Drymusa tobyi</i>	● <i>Pterourus xanthopleura</i>
● <i>Epebopus murinus</i>	● <i>Rubrepeira rubronigra</i>
● <i>Heraclides chiansiades</i>	● <i>Taczanowskia trilobata</i>

Figura 1. No alto: Invertebrados-Pontos; ao lado: Plantas-pontos.

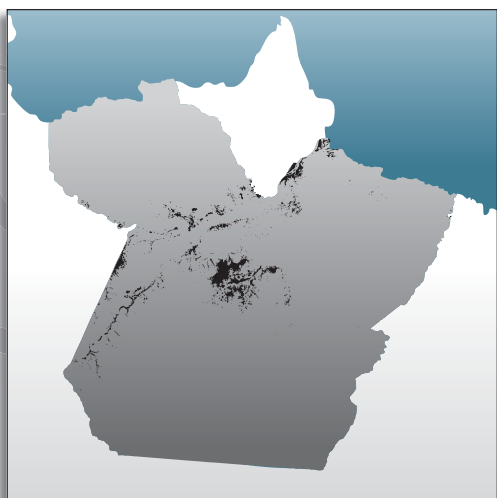


PLANTAS - PONTOS Espécies

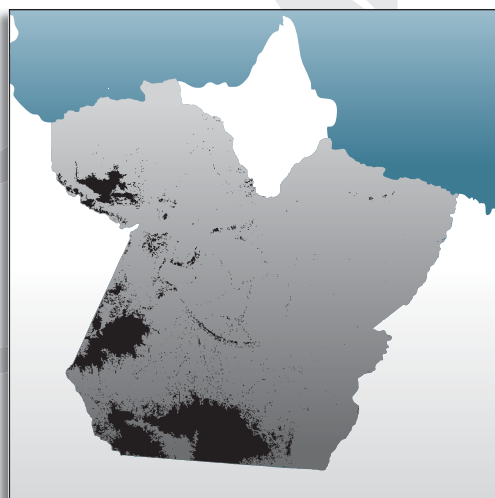
● <i>Aspidosperma desmanthum</i>	● <i>Jacaranda egleri</i>
● <i>Aspilia paraensis</i>	● <i>Jacaranda morii</i>
● <i>Axonopus carajasensis</i>	● <i>Licania anaeae</i>
● <i>Centrolobium paraense</i>	● <i>Manilkara excelsa</i>
● <i>Centrosema carajasense</i>	● <i>Mimosa skinneri</i> var. <i>caraja</i>
● <i>Dicypellium caryophyllaceum</i>	● <i>Mimosa acutistipula</i> var. <i>ferrea</i>
● <i>Erythroxyllum nelson-rosae</i>	● <i>Monogereion carajensis</i>
● <i>Eschweilera piresii</i> ssp. <i>piresii</i>	● <i>Peltogyne maranhensis</i>
● <i>Eschweilera subcordata</i>	● <i>Physocalymma scaberrimum</i>
● <i>Galeandra curvifolia</i>	● <i>Pleonotoma bracteata</i>
● <i>Gustavia erythrocarpa</i>	● <i>Pouteria brevisis</i>
● <i>Heteropsis spruceana</i>	● <i>Pouteria decussata</i>
● <i>Heteropsis flexuosa</i>	● <i>Protium heptaphyllum</i> ssp. <i>cordatum</i>
● <i>Hypolytrum paraense</i>	● <i>Qualea caerulea</i>
● <i>Ipomoea cavalcantei</i>	● <i>Selenipedium isabelianum</i>
● <i>Jacaranda carajasensis</i>	● <i>Selenipedium palmifolium</i>

foi muito irregular e os resultados da modelagem não foram considerados satisfatórios. Como essas espécies são de ampla distribuição, optou-se por se considerar todo o estado do Pará como área de ocorrência (Figura 10).

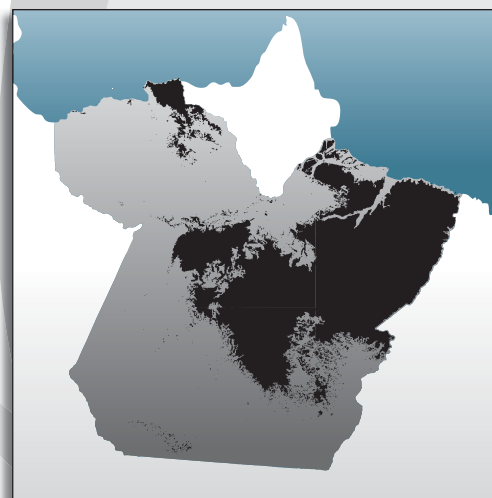
Para a maioria das espécies aquáticas (elasmobrânquios, peixes e mamíferos aquáticos), os especialistas indicaram que sua proteção seria mais efetiva se realizada por meio da definição de estratégias de manejo do que pelo estabelecimento de áreas para proteção. Para as espécies de peixes *Crenicichla cyclostoma*, *C. jegui*, *C. compressiceps*, *Sartor tucuruense*, *Teleocichla cinderella*, *Aguarunichthys tocantinsensis*, que ocorrem em cachoeiras, foi indicada a proteção desses ambientes no rio Tocantins e para as espécies *Potamobatrachus trispinosus* e *Mylesinus paucisquamatus*, que também ocorrem em áreas de corredeiras, foi indicada a proteção desses ambientes no rio Araguaia. Para seis espécies de plantas e uma de aves não foram compiladas coordenadas geográficas dentro do estado do Pará, e para outras cinco espécies de plantas nenhuma coordenada foi obtida.



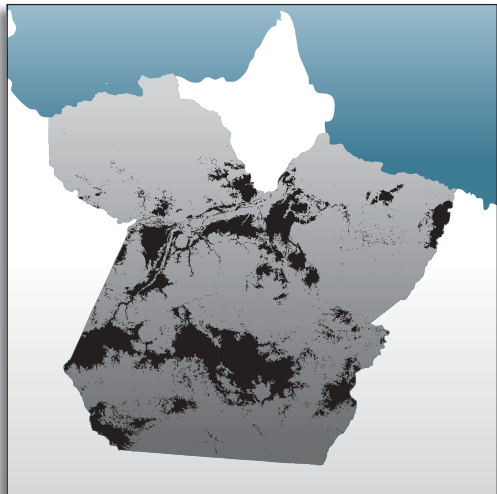
Aniba rosaeodora



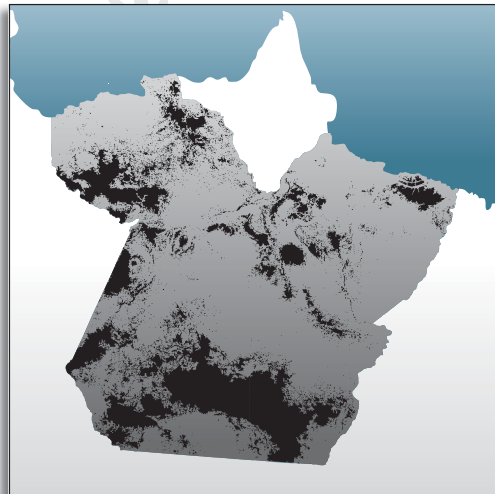
Aspidosperma album



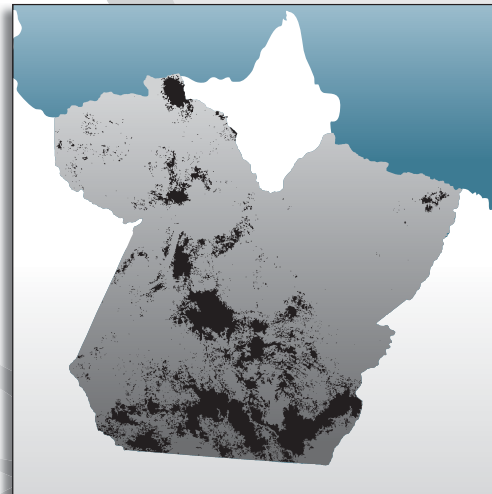
Euxylophora paraense



Bertholletia excelsa



Hymenolobium excelsum

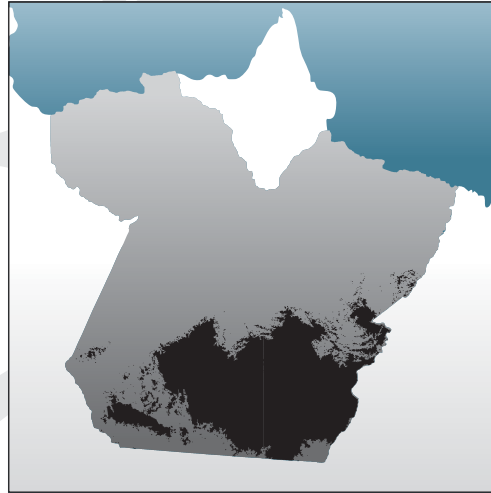


Cedrela odorata

Figura 2. Mapeamento da distribuição de plantas.



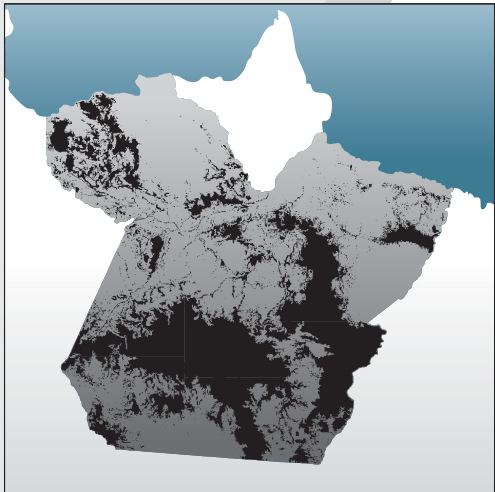
Manilkara huberi



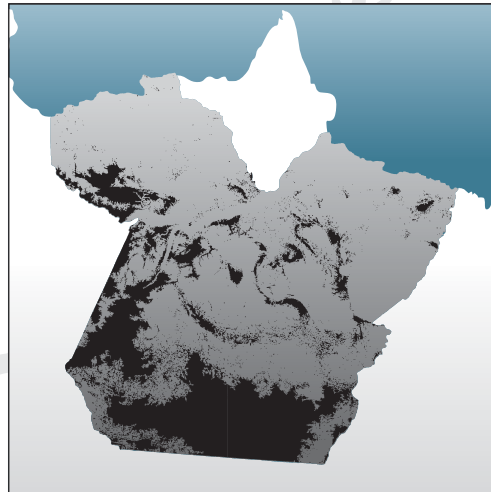
Swietenia macrophylla



Pilocarpus microphyllus



Tabebuia impetiginosa



Mezilaurus itauba



Ptychopetalum olacoides

Figura 3. Mapeamento da distribuição de plantas.

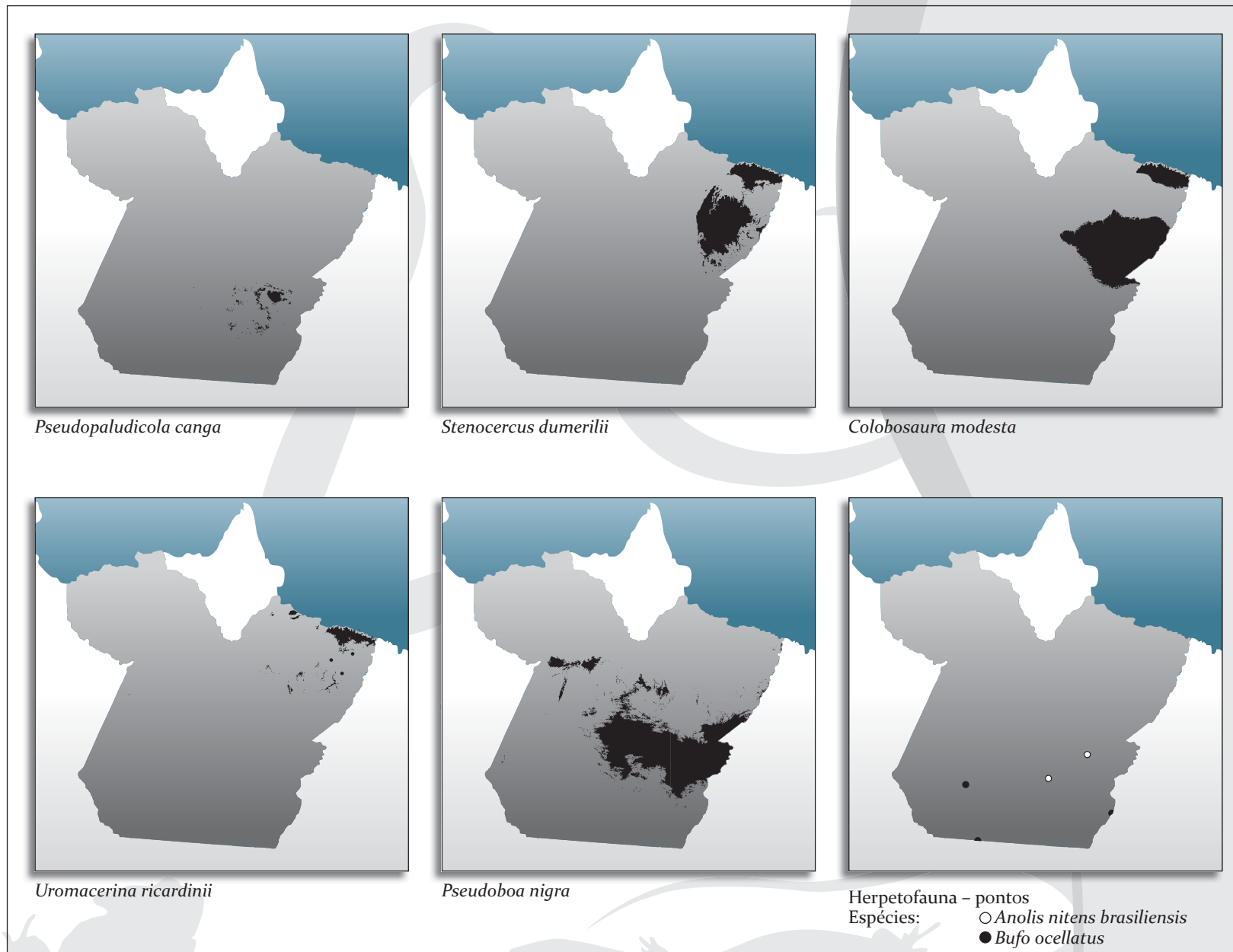


Figura 4. Mapeamento da distribuição de anfíbios e répteis.

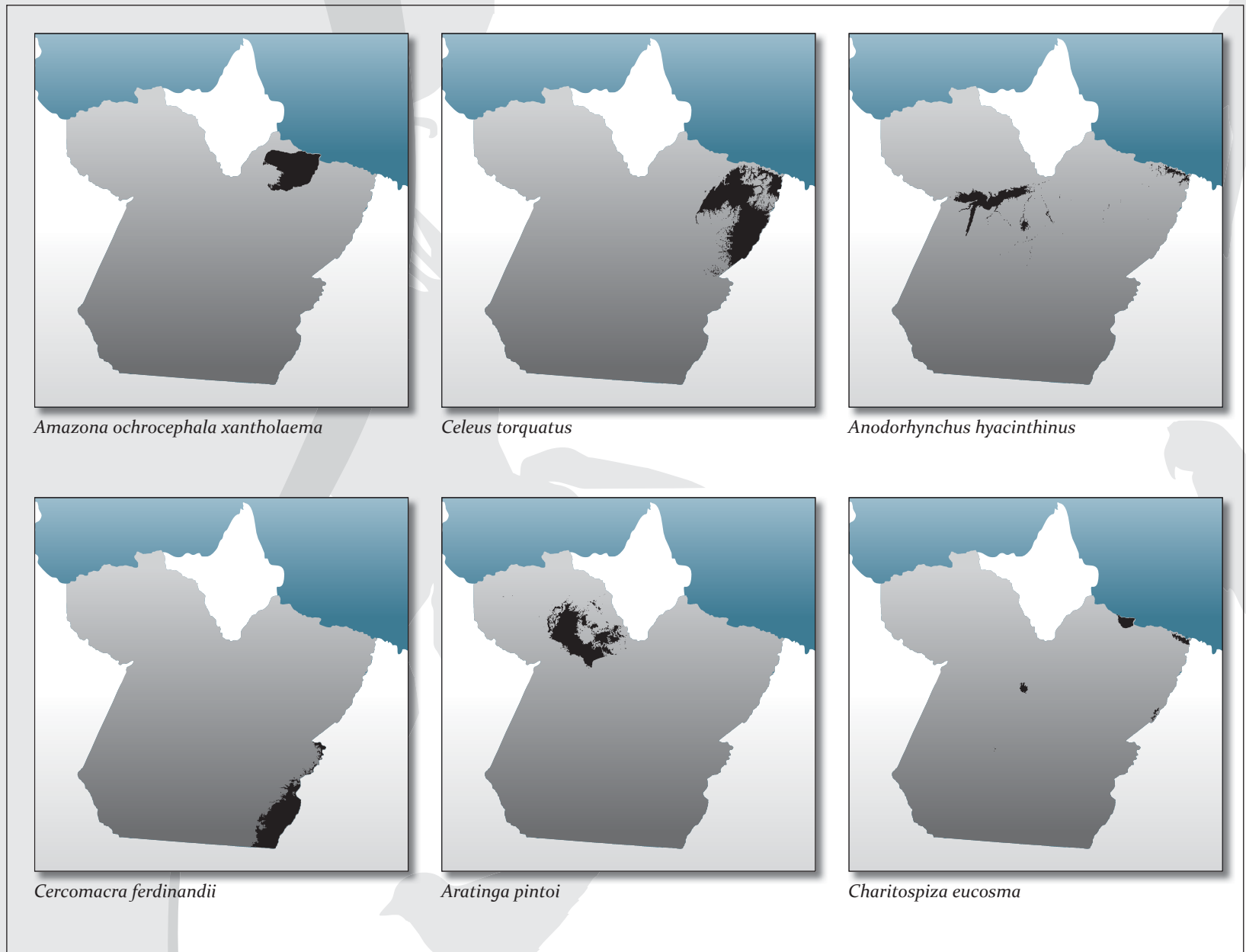


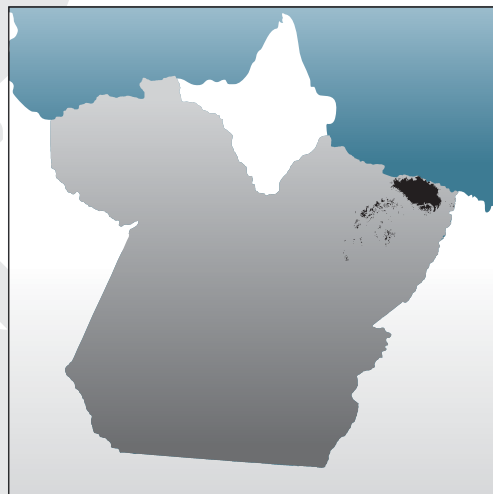
Figura 5. Mapeamento da distribuição de aves.



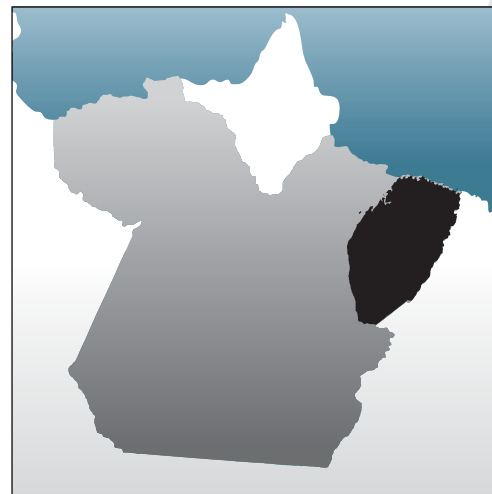
Figura 6. Mapeamento da distribuição de aves.



Myrmotherula klagesi



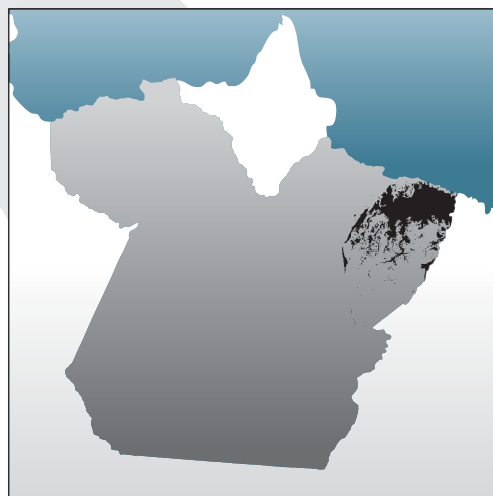
Piprites chloris



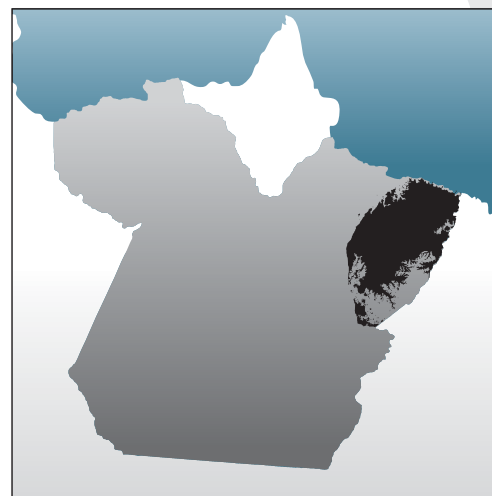
Phlegopsis nigromaculata



Primolius maracana



Piculus chrysochloros



Psophia viridis obscura

Figura 7. Mapeamento da distribuição de aves.

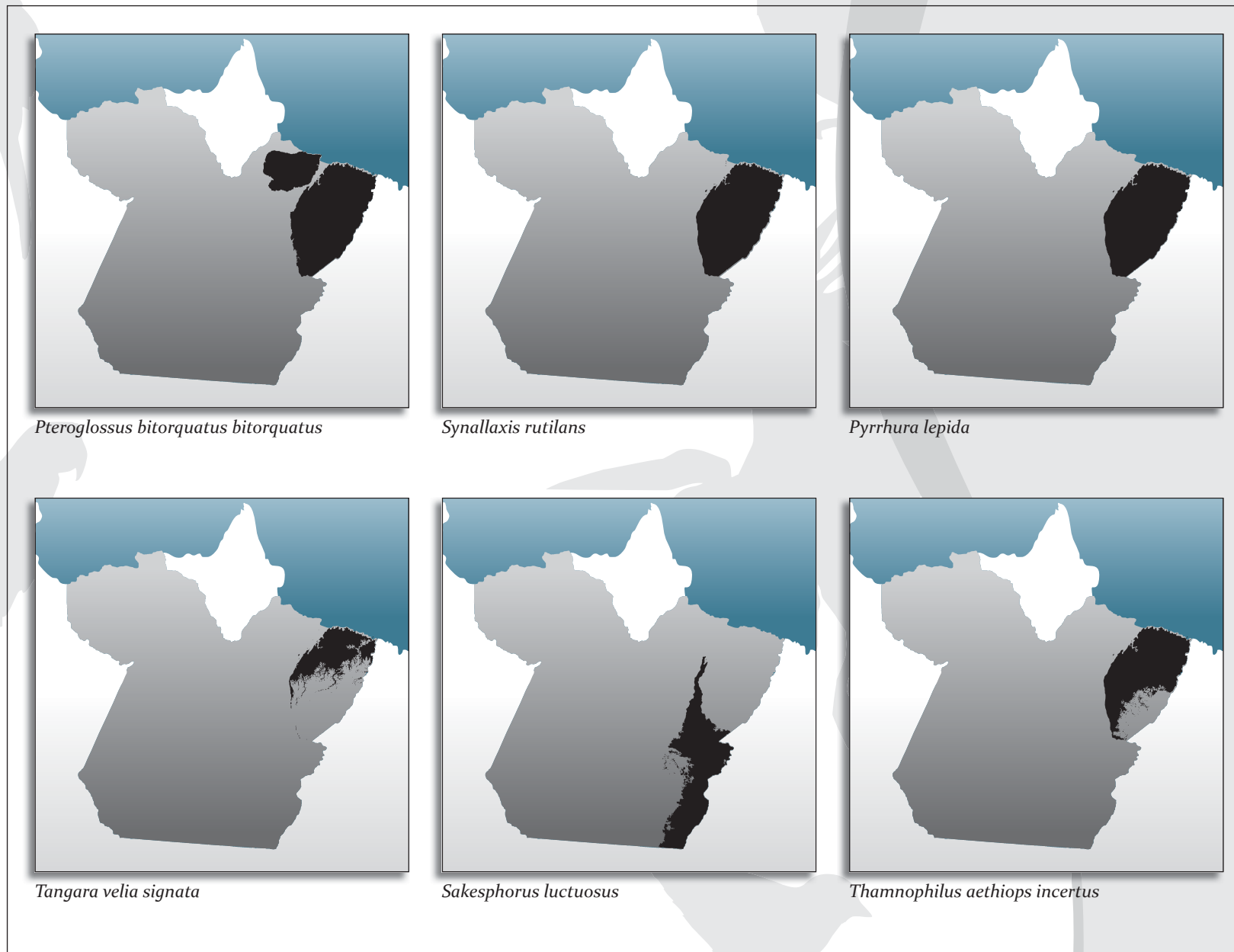
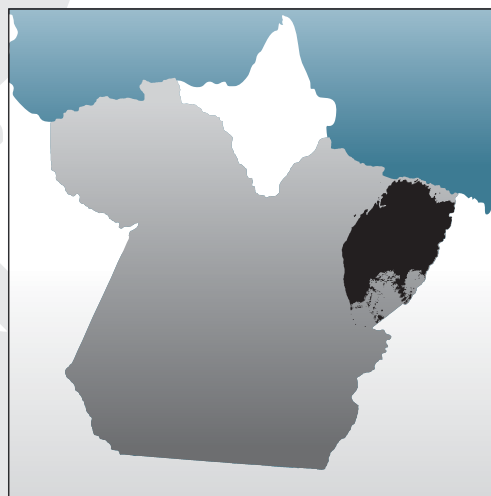


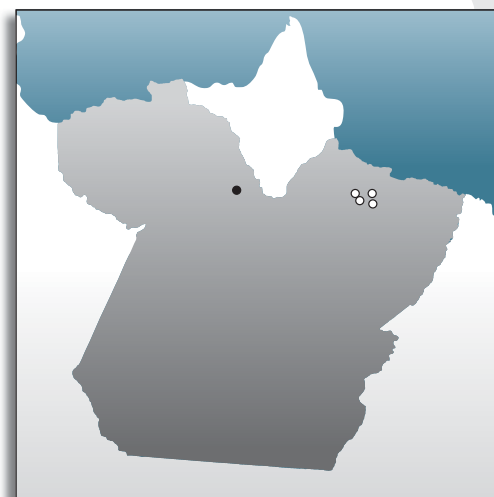
Figura 8. Mapeamento da distribuição de aves.



Tolmomyias assimilis



Threnetes leucurus



Aves - pontos

Espécies: ○ *Coryphasiza melanotis*
● *Sporophila maximiliani*

Figura 9. Mapeamento da distribuição de aves.

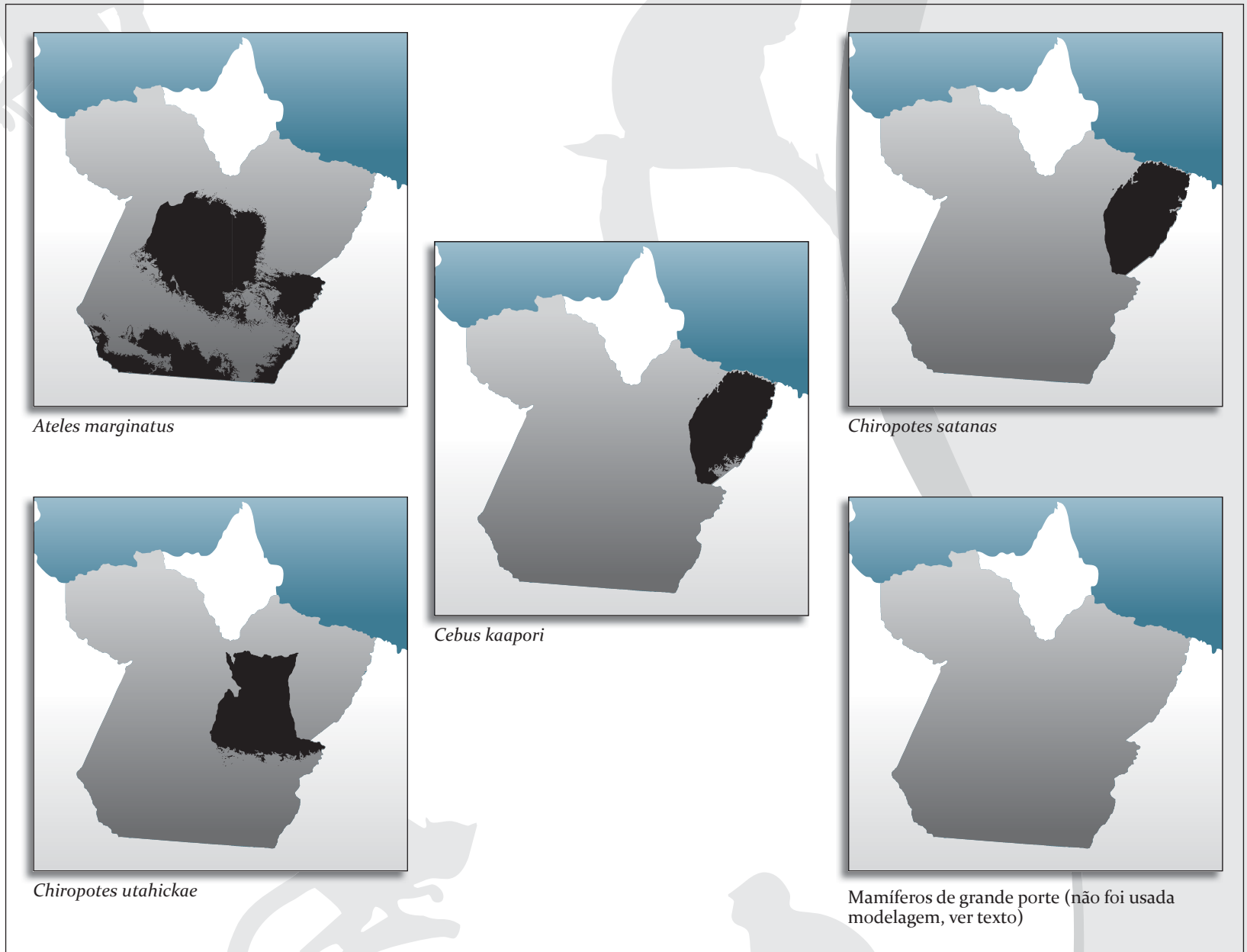


































Figura 10. Mapeamento da distribuição de mamíferos.

DEFINIÇÃO DE ÁREAS CRÍTICAS

As análises para a definição das áreas críticas incluíram um total de 139 alvos, dos quais 47 foram espécies modeladas, 60 foram espécies representadas por pontos de ocorrência e 32 foram tipos de vegetação (Figura 11). As áreas ao nordeste e leste do Pará, ao longo da Transamazônica e nos arredores de Santarém, são as que apresentam maiores custos para conservação (Figura 12).

VEGETAÇÃO

Tipos

	Floresta Ombrófila Aberta		Campinarana Florestada
	Floresta Ombrófila Aberta de Terras Baixas		Campinarana Gramíneo-lenhosa
	Floresta Ombrófila Aberta Submontana		Contato Floresta Ombrófila/Floresta Estacional
	Floresta Estacional Decidual		Formações Pioneiras
	Floresta Estacional Decidual Submontana		Formações Pioneiras influência fluvial/lacustre arbustiva
	Floresta Ombrófila Densa		Formações Pioneiras influência fluvial/lacustre herbácea
	Floresta Ombrófila Densa Aluvial		Formações Pioneiras influência fluviomarina arbórea
	Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas		Formações Pioneiras influência marinha arbustiva
	Floresta Ombrófila Densa Montana		Savana
	Floresta Ombrófila Densa Submontana		Contato Savana/Floresta Estacional
	Floresta Estacional Semidecidual		Contato Savana/Floresta Ombrófila
	Floresta Estacional Semidecidual Aluvial		Savana Arborizada
	Floresta Estacional Semidecidual Submontana		Savana Gramíneo-lenhosa
	Campinarana		Savana Parque
	Contato Campinarana/Floresta Ombrófila		Refúgio Vegetacional Montano herbáceo ou arbustivo
	Campinarana Arborizada		Refúgio Vegetacional Submontano arbustivo

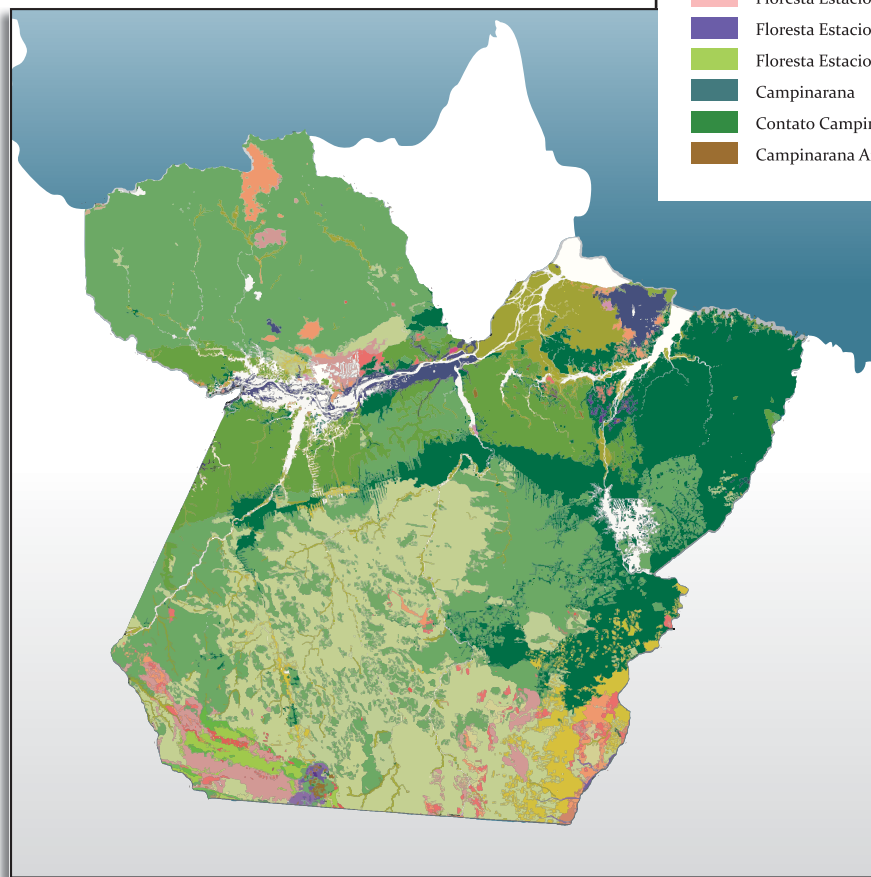
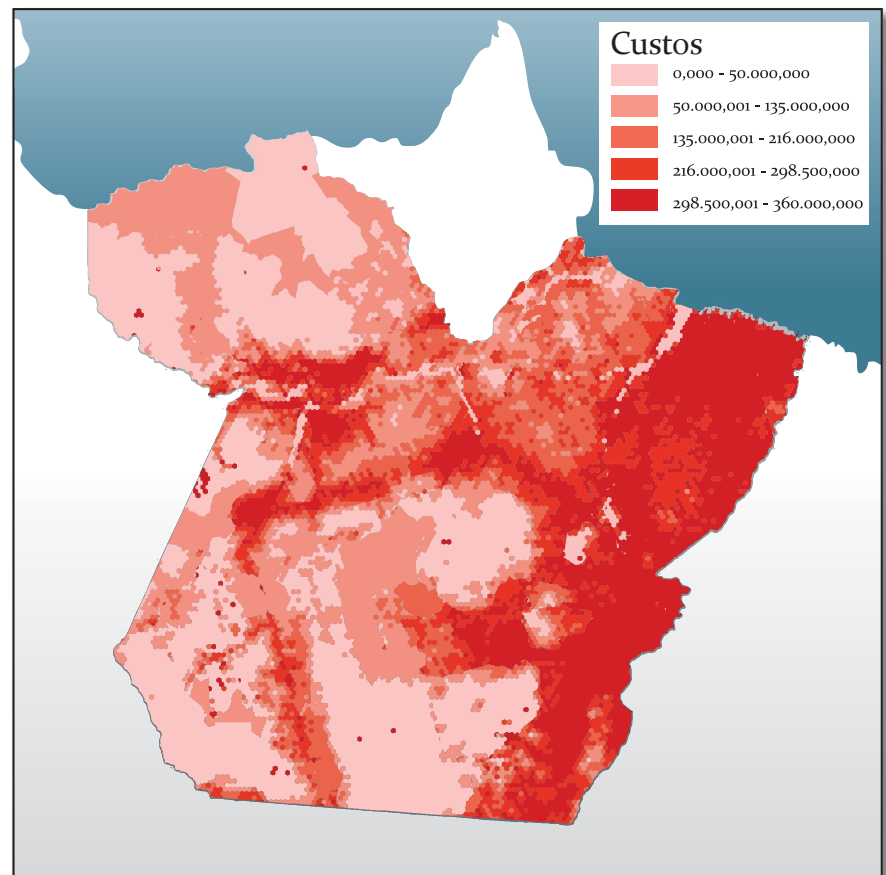


Figura 11. Mapa com os 32 tipos de vegetação utilizados na análise.

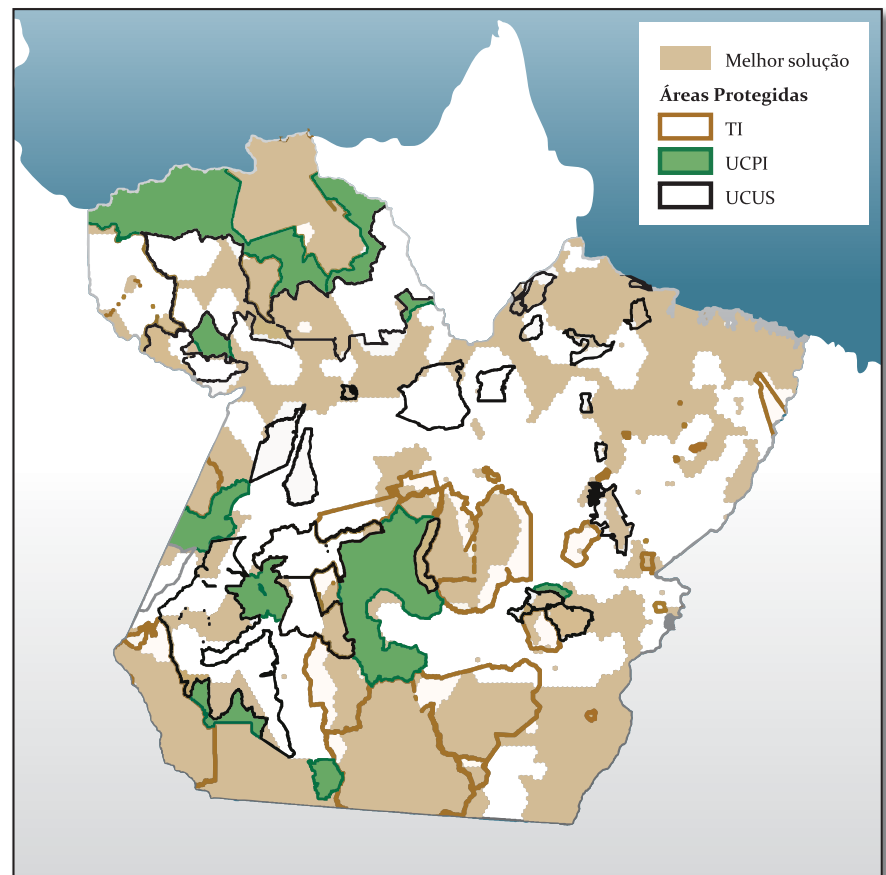
Figura 12. Custos para a conservação, baseados em modelagem de áreas mais prováveis de serem convertidas em um futuro próximo.



CENÁRIO 1. SOMENTE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL

Este é o cenário mais conservador, em que apenas as Unidades de Conservação de Proteção Integral (correspondentes às categorias I a III da *International Union for Conservation of Nature - IUCN*) são consideradas como contribuindo para a consecução das metas. É o cenário mais utilizado em análises internacionais, incluindo as que verificam as metas estabelecidas pela Convenção da Diversidade Biológica (CDB). Sob este cenário, muitas das áreas críticas apontadas pela melhor solução estão no interior de áreas já protegidas, principalmente Terras Indígenas (Figura 13). Caso seja este o cenário adotado, recomenda-se que as áreas críticas em áreas já protegidas sejam alvos de estratégias específicas de conservação, como a definição de zonas de preservação em planos de manejo das Unidades de Conservação e planos de uso das Terras Indígenas. Além disso, as espécies de interesse econômico deveriam ter seu uso e dinâmica populacional monitorados no interior dessas áreas.

Figura 13. Mapa de áreas críticas, representadas pela melhor solução obtida com o uso do MARXAN, quando apenas as Unidades de Conservação de Proteção Integral (em cor sólida) foram consideradas como contribuindo para a consecução das metas. As demais áreas protegidas (UCs de Uso Sustentável e Terras Indígenas) estão apenas com seus limites representados, para que se possa visualizar as áreas críticas em seu interior.

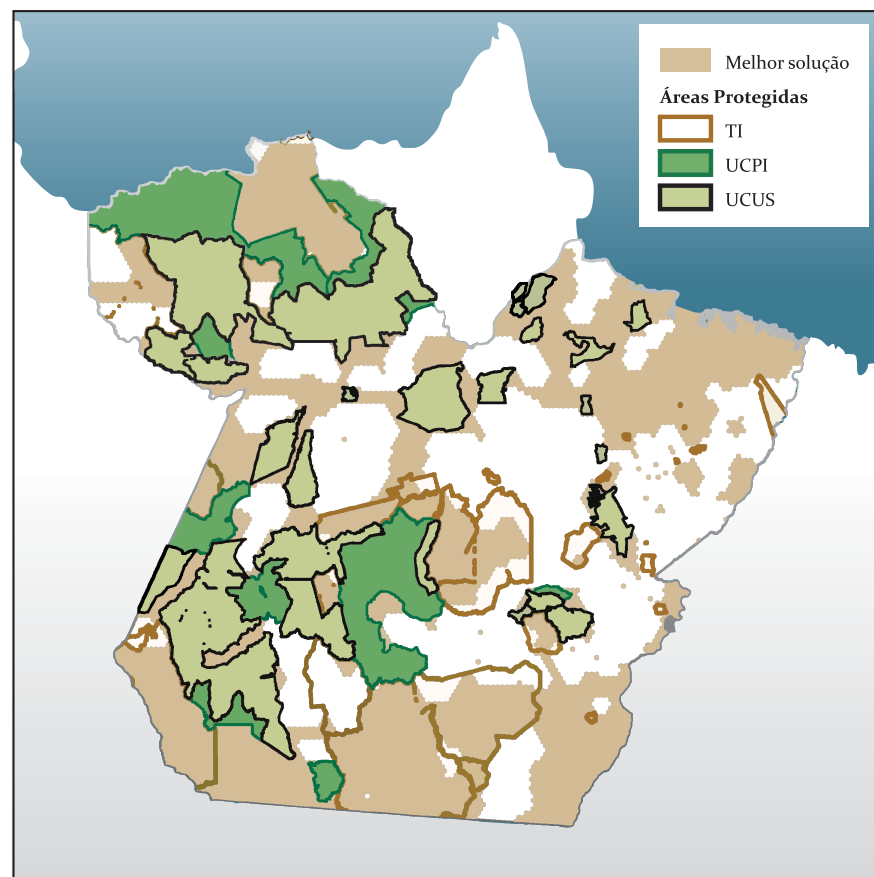


CENÁRIO 2. TODAS AS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Este é um cenário intermediário, em que todas as Unidades de Conservação (correspondentes às categorias I a VI da IUCN) são consideradas como contribuindo para a consecução das metas. É um cenário usado na maioria das estatísticas nacionais, em que as UCs de uso sustentável auxiliam a atingir grandes quantidades de áreas protegidas. No entanto, a falta de estudos e de planos de manejo na maioria dessas áreas torna difícil uma avaliação precisa de sua efetividade em proteger espécies vegetais e animais.

Embora, sob este cenário, a quantidade total de área protegida seja maior que o dobro quando comparada ao cenário anterior, a área complementar para atingir as metas é muito similar. Há áreas críticas, apontadas pela melhor solução, tanto em áreas ainda não protegidas como no interior de Terras Indígenas (Figura 14). Caso seja este o cenário adotado, recomenda-se que as áreas críticas em Terras Indígenas sejam alvos de estratégias específicas de conservação, como o monitoramento do uso dessas espécies e o desenvolvimento de estudos sobre suas populações.

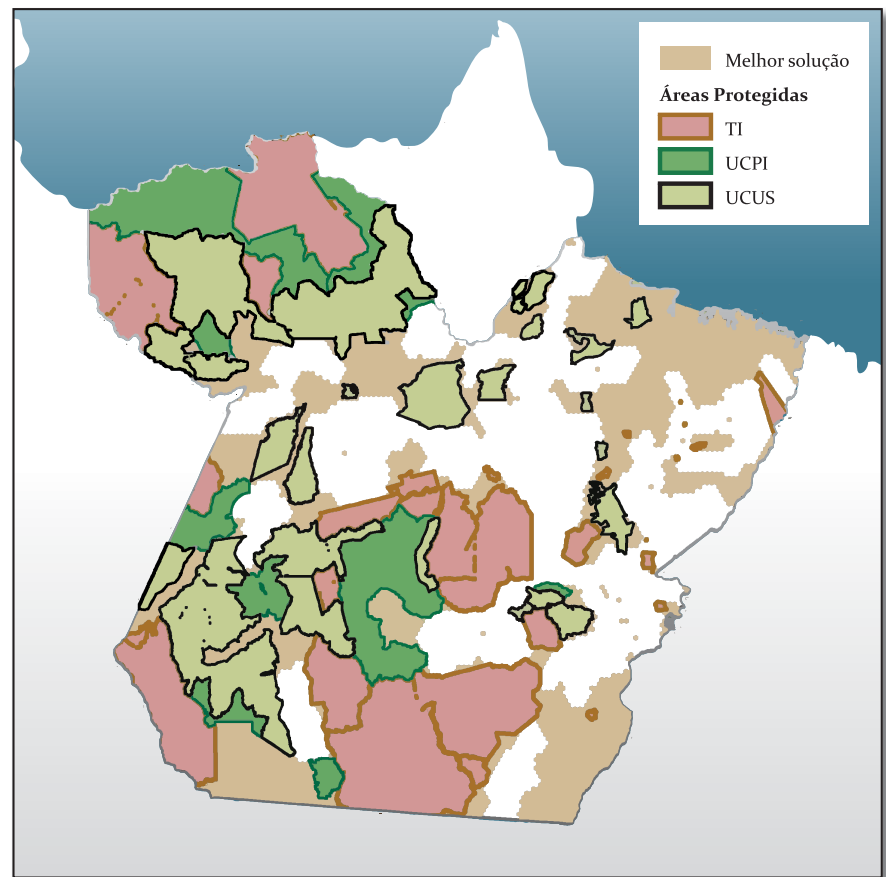
Figura 14. Mapa de áreas críticas, representadas pela melhor solução obtida com o uso do MARXAN, quando todas as Unidades de Conservação (em cor sólida) foram consideradas como contribuindo para a consecução das metas. As demais áreas protegidas (Terras Indígenas) estão apenas com seus limites representados, para possibilitar a visualização das áreas críticas em seu interior.



CENÁRIO 3. TODAS AS ÁREAS PROTEGIDAS


Este é um cenário inclusivo, em que todas as Áreas Protegidas, abrangendo Unidades de Conservação e Terras Indígenas, são consideradas como contribuindo para a consecução das metas. Este cenário indica que, mesmo com a grande proporção de área já protegida no estado, elas são insuficientes para incluir as espécies ameaçadas e os ambientes mais restritos. Áreas no sul e no leste do estado e ao longo das várzeas do Amazonas (Figura 15) são críticas para complementar as já existentes e minimizar o processo de extinção de espécies no estado do Pará.

Figura 15. Mapa de áreas críticas, representadas pela melhor solução obtida com o uso do MARXAN, quando todas as áreas protegidas (em cor sólida) foram consideradas como contribuindo para a consecução das metas.



CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- Modelos são úteis, mas devem ser validados. A criação de áreas protegidas, portanto, deve ser precedida de levantamentos, visando à confirmação da ocorrência das espécies. A obtenção de novos dados também irá ajudar a aprimorar os modelos.
- O nordeste do Pará, conhecido como centro de endemismo Belém, concentra grande número das espécies ameaçadas, e é uma região em que a maioria dos registros de ocorrência é antiga. Seria importante proteger todos os remanescentes florestais e desenvolver estudos para avaliar a viabilidade da persistência das espécies nessa região fragmentada.
- Para as plantas, áreas com ausência de registros, que deveriam ser priorizadas para novos estudos, estão, principalmente, ao leste e na região central do estado. Para as aves, as áreas em que devem ser promovidos novos estudos para aprimorar os conhecimentos sobre as espécies ameaçadas estão no centro-sul e no noroeste do estado. Em relação aos mamíferos, o centro do estado é uma área



com poucos dados, tendo aparecido como área de distribuição descontínua para as espécies terrestres (como para *Ateles marginatus*), o que, provavelmente, é irreal.

- A área mínima recomendada para criação de novas Unidades de Conservação é a do cenário que considera todas as áreas protegidas como contribuindo para as metas.
- As áreas apontadas nos cenários menos inclusivos devem ser priorizadas para estudos de distribuição e monitoramento de espécies e de ameaças (desmatamento, invasões para retirada de espécies).
- Todos os cenários enfatizaram a existência de áreas críticas nas várzeas do Amazonas e no sul e leste do estado. Todas essas regiões têm ameaças relativamente altas e estratégias para sua proteção são urgentes.
- A contribuição das UCUS e TIs para a conservação das espécies é incerta, principalmente para espécies úteis (cinegéticas, madeireiras). Deve ser promovido o monitoramento e a definição de estratégias de uso sustentável para essas espécies nas áreas protegidas que permitem uso de recursos.

- Para as espécies úteis, deve-se, ainda, desenvolver modelos que levem em conta a abundância das espécies. Estudos de crescimento seriam também importantes para a construção de modelos para sustentabilidade do uso.
- A proteção de espécies ameaçadas é uma estratégia de conservação de curto prazo. Especialistas presentes no seminário recomendaram como estratégia de médio e longo prazos a inclusão de outras espécies no planejamento para conservação, principalmente endêmicas e especializadas em habitats. Além disso, a literatura especializada em planejamento para a conservação recomenda a inclusão de alvos para serviços e processos, como os relacionados com as emissões de carbono, ciclo hidrológico e incertezas associadas a mudanças climáticas.
- Para as espécies marinhas, especialistas recomendam estratégias de manejo e não a delimitação de áreas de proteção.
- Para as de água doce, é recomendada a manutenção de rios livres (conservação de cachoeiras) e conservação das florestas no entorno dos corpos de água.

REFERÊNCIAS

BALL, I. R. & H. P. POSSINGHAM, 2000. **Marxan (V1.8.2)**: Marine Reserve Design Using Spatially Explicit Annealing, a Manual. Disponível em: <http://www.uq.edu.au/marxan/docs/marxan_manual_1_8_2.pdf>. Acesso em: 08 set. 2009.

ELITH, J., C. H. GRAHAM, R. P. ANDERSON, M. DUDÍK, S. FERRIER, A. GUISAN, R. HIJMANS, F. HUETTMANN, J. R. LEATHWICK, A. LEHMANN, J. LI, L. G. LOHMANN, B. A. LOISELLE, G. MANION, C. MORITZ, M. NAKAMURA, Y. NAKAZAWA, J. MCC. OVERTON, A. T. PETERSON, S. J. PHILLIPS, K. RICHARDSON, R. SCACHETTI-PEREIRA, R. E. SCHAPIRE, J. SOBERÓN, S. WILLIAMS, M. S. WISZ & N. E. ZIMMERMANN, 2006. Novel Methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. **Ecography** 29: 129-151.

FIELDING, A. H. & J. F. BELL, 1997. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. **Environmental Conservation** 24: 38-49.


HIJMANS, R. J., S. E. CAMERON, J. L. PARRA, P. G. JONES & A. JARVIS, 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology** 25: 1965-1978.

LIU, C., P. M. BERRY, T. P. DAWSON & R. G. PEARSON, 2005. Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions. **Ecography** 28: 385-393.

MMA. Ministério do Meio Ambiente, 2007. **Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007.** MMA (Série Biodiversidade, 31), Brasília.

NELSON, B. W., A. ALBERNAZ & B. SOARES-FILHO, 2006. **Estratégias de Conservação para o Programa ARPA:** 1-69. Relatório Técnico, Brasília, DF.

PEARSON, R. G., 2007. **Species' distribution modeling for conservation educators and practitioners.** Synthesis. American Museum of Natural



History, 5op. Disponível em: <http://biodiversityinformatics.amnh.org/index.php?section_id=111> Acesso em: 08 set. 2009.

PEARSON, R. G., C. J. RAXWORTHY, M. NAKAMURA & A. T. PETERSON, 2007. Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using cryptic geckos in Madagascar. **Journal of Biogeography** 34: 102-117.

Apêndice 1.

**Equipe executora do Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG
(exceto quando indicado; ordem alfabética por componente)**

Coordenação Geral

Teresa Cristina Avila-Pires
Ana Luisa Albernaz (vice)

Plantas

Ana Luisa Albernaz
Dario Amaral
Nilzilene Vale
Samuel Almeida

Invertebrados

Alexandre Bonaldo
William Overall

Peixes

Wolmar Wosiacki

Herpetofauna

Ana Lucia Prudente
Marinus Hoogmoed
Selvino Neckel Oliveira (Universidade Federal do Pará – UFPA)
Ulisses Gallatti
Teresa Cristina Avila-Pires

Aves

Alexandre Aleixo
Fátima Lima

Mamíferos

André Luis Ravetta
José de Sousa e Silva Junior
Liza Veiga

Compilação e formatação de dados de ocorrência

Ana Luisa Albernaz

Conservação Internacional

Jorge Luis Martins

Apoio: Emille Caribé, Nilzilene Vale, Rafaela do Carmo

Compilação e formatação de dados ambientais

Ana Luisa Albernaz

Andrew Townsend Peterson (Kansas University)

Modelagem de espécies e de áreas críticas

Ana Luisa Albernaz

Apêndice 2.

Participantes do Seminário

(ordem alfabética por componente)

Plantas

Dário Amaral (MPEG)

Haroldo Lima (Jardim Botânico do Rio de Janeiro – JBRJ)

Samuel Almeida (MPEG)

Invertebrados

Adalberto Santos (Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG)

Alexandre Bonaldo (MPEG)

Antonio Brescovit (Instituto Butantã –SP)

Mirna Casagrande (Universidade Federal do Paraná – UFPR)

Olaf Mielke (UFPR)

William Overall (MPEG)

Peixes

Flávio Tadeu Lima (Universidade de São Paulo – USP)

Maurício Almeida

Wolmar Wosiacki (MPEG)

Herpetofauna

Ana Lucia Prudente (MPEG)
Guarino Colli (Universidade de Brasília – UnB)
Maria Cristina Santos-Costa (Universidade Federal do Pará – UFPA)
Marinus Hoogmoed (MPEG)
Selvino Neckel Oliveira (Universidade Federal do Pará – UFPA)
Teresa Cristina Avila-Pires (MPEG)
Ulisses Gallatti (MPEG)

Aves

Alexandre Aleixo (MPEG)
Mariana Vale (Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ)
Mario Cohn-Haft (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA)

Mamíferos

Ana Cristina Mendes de Oliveira (Universidade Federal do Pará – UFPA)
André Luis Ravetta (MPEG)
Eldianne Moreira de Lima
Gerson Buss (Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRS)
José de Sousa e Silva Junior (MPEG)
Liza Veiga (MPEG)

Modelagem de espécies e de áreas críticas

Carlos Eduardo Viveiros de Grelle (Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ)
José Alexandre Felizola Diniz-Filho (Universidade Federal de Goiás – UFGO)

Apoio

Ana Luisa Albernaz (MPEG)
Jorge Luis Martins (MPEG)
Nívia Gláucia Pereira (Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA-PA)
Thais Kasecker (Conservação Internacional – CI-Brasil)

Formato: 255x210mm
Tipografia: Constantia
Papel: Offset 90 g/m²
RR Donnelley



Realização



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA
E TECNOLOGIA



Apoio

