

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
CENTRO DE CONSERVAÇÃO E MANEJO DE RÉPTEIS E ANFÍBIOS – RAN
PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA-PIBIC/ICMBio

RELATÓRIO FINAL

MODELAGEM DE DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL DAS ESPÉCIES DE ANFÍBIOS
BRASILEIROS AMEAÇADOS DE EXTINÇÃO

Bolsista: Raísa Romênia Silva Vieira

Orientadora: Yeda Soares de Lucena Bataus

Goiânia
Agosto de 2009

Resumo

Atualmente no Brasil existe uma lista federal e seis estaduais de espécies da fauna ameaçadas de extinção, totalizando 46 espécies de anfíbios. A destruição de habitats é o fator que mais contribui para o declínio das populações e, certamente, as espécies que têm pequena área de distribuição são as mais afetadas. O objetivo deste trabalho foi modelar a distribuição potencial das espécies de anfíbios que constam nessas listas, quantificar o quanto dessas distribuições está em remanescentes de vegetação nativa, em Unidades de Conservação (UC), e em Áreas Prioritárias devido à importância biológica. Dos anfíbios ameaçados, foram analisadas as espécies continentais que tinham pelo menos dois pontos diferentes de ocorrência, totalizando 32 espécies. O programa computacional utilizado foi o Maxent e a classificação do tamanho da distribuição seguiu a IUCN. Os resultados predisseram distribuições potenciais restritas para *Adelophryne maranguapensis*, *Holoaden luederwaldti*, *Physalaemus soaresi* e *Melanophryniscus cambaraensis*. As espécies *Bolitoglossa paraensis*, *Paratelmatobius lutzii* e *Thoropa petropolitana* obtiveram distribuições intermediárias. As outras espécies apresentaram distribuições potenciais amplas. No entanto, considerando-se apenas a vegetação remanescente *Holoaden bradei* e *Melanophryniscus macrogranulosus* passam a constar no grupo de espécies com distribuição intermediária. Apesar dessas espécies estarem em listas de espécies ameaçadas, 21 espécies possuem menos de 20% da sua distribuição dentro de UCs. Entretanto, 23 espécies possuem mais de 50% de sua distribuição dentro de Áreas Prioritárias, demonstrando que o planejamento de conservação brasileiro é abrangente para a maioria das espécies avaliadas, porém, a implementação das ações é insatisfatória.

Palavras chaves: Anfíbios, conservação, modelagem de distribuição, espécies ameaçadas.

Abstract

Currently in Brazil, there are six state lists and one federal of threatened species of fauna, totaling 46 species of amphibians. The destruction of habitats is the main factor of population decline and, certainly, the species with small distribution areas are the most affected. This work aimed to model the distribution of amphibian species which are in these lists, to quantify how much of this distributions are in remaining native vegetation, in Conservation Unities (CU), and in Priority Areas according to the biological matter. Were analyzed the continental species with at least 2 different occurrence points, totaling 32 species. The computer program used was Maxent, and the classification of the distribution size followed IUCN. The results predicted restrict potential distributions to *Adelophryne maranguapensis*, *Holoaden luederwaldti*, *Physalaemus soaresi* and *Melanophryniscus cambaraensis*. The species *Bolitoglossa paraensis*, *Paratelmatobius lutzii* and *Thoropa petropolitana* had intermediary distributions. The other species presented wide potential distributions. Nevertheless, considering just the remaining vegetation, *Holoaden bradei* e *Melanophryniscus macrogranulosus* change to the group of species with intermediary distribution. Despite this species being on lists of threatened species, 21 species have less than 20% of their distribution within CUs. However, 23 species have more than 50% of their distribution within Priority Areas, demonstrating that the Brazilian conservation planning is comprehensive for most species evaluated, yet, the implementation of actions is unsatisfactory.

Key-words: Amphibians, conservation, modeling of distribution, threatened species.

Listas de Tabelas e Figuras

Tabela 1. Número de publicações por espécie de anfíbio brasileiro ameaçado de extinção....	12
Tabela 2. Espécies modeladas (N=32), número de pontos utilizados no modelo, limiar utilizado para a espécie modelada, e AUC do modelo.....	14
Tabela 3. Tamanho da distribuição histórica (Dist. Hist.) das espécies modeladas, tamanho de remanescentes de vegetação nativa (Dist. Reman.), porcentagem da distribuição histórica em remanescentes de vegetação nativa (Porc. Reman.).....	16
Tabela 4. Porcentagem da distribuição em remanescentes de vegetação nativa, que se encontra em Unidades de Conservação (Porc. UC), e em Áreas Prioritárias (Porc. AP.).....	18
Figura 1. Distribuição potencial histórica das espécies <i>Adelophryne maranguapensis</i> (A), <i>Bokermannohyla izecksohni</i> (B), <i>Bolitoglossa paraensis</i> (C), <i>Brachycephalus pernix</i> (D), <i>Dendropsophus anceps</i> (E), <i>Elachistocleis erythrogaster</i> (F).....	25
Figura 2. Distribuição potencial histórica das espécies <i>Eleutherodactylus binotatus</i> (A), <i>Holoaden bradei</i> (B), <i>Holoaden luederwaldti</i> (C), <i>Hyalinobatrachium uranoscopum</i> (D), <i>Hylodes magalhaesi</i> (E), <i>Hylomantis granulosa</i> (F).....	26
Figura 3. Distribuição potencial histórica das espécies <i>Hypsiboas beckeri</i> (A), <i>Hypsiboas cymbalum</i> (B), <i>Hypsiboas stenocephalus</i> (C), <i>Limnomedusa macroglossa</i> (D), <i>Melanophryniscus cambaraensis</i> (E), <i>Melanophryniscus dorsalis</i> (F).....	27
Figura 4. Distribuição potencial histórica das espécies <i>Melanophryniscus macrogranulosus</i> (A), <i>Odontophrynus moratoi</i> (B), <i>Paratelmatobius gaigeae</i> (C), <i>Paratelmatobius lutzii</i> (D), <i>Phyllomedusa ayeaye</i> (E), <i>Physalaemus soaresi</i> (F).....	28
Figura 5. Distribuição potencial histórica das espécies <i>Pseudopaludicola canga</i> (A), <i>Rhamphophryne proboscidea</i> (B), <i>Rhinella ocellatus</i> (C), <i>Scinax caldarum</i> (D), <i>Sphaenorhynchus surdus</i> (E), <i>Stereocyclops parkeri</i> (F).....	29
Figura 6. Distribuição potencial histórica das espécies <i>Thoropa lutzii</i> (A), <i>Thoropa petropolitana</i> (B).....	30
Figura 7. Mapa representando os biomas brasileiros. Fonte: IBGE (2004).....	30

Sumário

Resumo	1
Abstract	2
Lista de Tabelas e Figuras.....	3
Introdução.....	5
Material e Métodos.....	8
Resultados e Discussão.....	12
Conclusão	19
Agradecimentos	20
Referências Bibliográficas	21
Anexos	25

Introdução

Um dos maiores desafios da atualidade é saber quantas espécies existem no planeta, como elas se distribuem e como se relacionam entre si. Tais informações são fundamentais para o planejamento de ações conservacionistas e para prever as conseqüências decorrentes de mudanças climáticas, expansão agrícola, implantação de hidrelétricas etc. Todavia, essas informações são escassas para a maioria das espécies e muitas vezes onerosas. Para contornar esse problema os pesquisadores têm buscado alternativas, como por exemplo, o uso de modelos computacionais que associam informações de ocorrência da espécie com dados ambientais, para a predição da distribuição geográfica potencial das espécies (SILVA et al., 2007).

A origem da modelagem de distribuição potencial de espécies (MDPE) está na quantificação da relação entre ambiente e espécies (GUISAN & ZIMMERMANN, 2000; GUISAN & THUILLER, 2005). A MDPE tem sido utilizada como uma importante ferramenta em diversas áreas da ecologia aplicada. Essa técnica vem sendo empregada para prever locais potenciais para espécies invasoras (FICETOLA, THUILLER, & MIAUD, 2007), estimar mudanças de distribuição frente às mudanças climáticas (PEARSON & DAWSON, 2003) e identificar localidades potenciais para a ocorrência de espécies de importância de conservação, como é o caso das espécies ameaçadas de extinção (RODRIGUEZ et al., 2007).

De maneira geral, estes métodos possuem um conjunto inicial de dados de ocorrência de uma espécie, estes dados são submetidos à análise por um algoritmo particular e, assim, uma “regra” é obtida capaz de classificar adequadamente casos de presença e de ausência (FIELDING & BELL, 1997). Assim, a MDPE é considerada um ajuste da função dos pontos de ocorrência de uma espécie a um conjunto de dados ambientais relativos ao nicho da espécie (PHILLIPS et al., 2006). Sendo assim, o tipo de dados, a quantidade e a qualidade são

questos importantíssimos para a modelagem, pois afetam a acurácia dos resultados (DE SIQUEIRA et al., 2009).

A MDPE é especialmente importante no contexto da conservação, porque pode dar respostas rápidas que são necessárias frente a crise de biodiversidade, caracterizada pelo declínio populacional de muitas espécies e o aumento das taxas de extinção (SOULE, 1985). Uma das características mais citadas como positivamente correlacionada ao risco de extinção de uma espécie é ter uma pequena área de distribuição geográfica (LIPS et al., 2003; HERO et al., 2005; WATLING & DONNELLY, 2007), corroborando as justificativas para o aumento dos esforços de caracterização da área de distribuição de espécies, a fim de auxiliar na tomada de decisões de conservação.

No Brasil existe uma lista federal e seis estaduais de espécies da fauna ameaçadas de extinção. Recentemente, a conservação dos anfíbios tem recebido considerável atenção, sobretudo após informações sobre declínio de muitas populações (ETEROVICK et al., 2005; SILVANO & SEGALLA, 2005). A destruição de habitats é o fator que mais contribui para o declínio das populações (SILVANO & SEGALLA, 2005), e certamente as espécies que têm pequena área de distribuição geográfica são as mais afetadas.

O Brasil é o país com a maior diversidade de anfíbios (849 espécies) e com o maior número de endemismos, sendo também o quarto em número de espécies de anfíbios ameaçadas (IUCN, 2008), totalizando 46 espécies ameaçadas de extinção. Desse modo, o Brasil está entre os países com maior responsabilidade na proteção de anfíbios ameaçados no mundo (IUCN, NATURESERVE & CONSERVATION INTERNATIONAL, 2008).

O objetivo central deste trabalho é modelar a distribuição potencial das espécies de anfíbios que constam nas listas oficiais de espécies brasileiras ameaçadas de extinção e quantificar o quanto dessas distribuições está em remanescentes de vegetação, em Unidades de Conservação e em Áreas Prioritárias devido à importância biológica. Para tanto, será

alimentada uma base de dados de registros de ocorrência das espécies e seus respectivos dados eco-biológicos, essas informações irão subsidiar o Sistema Unificado de Informações sobre os Táxons de Ocorrência no Brasil – SISTAXON, do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio.

Material e Métodos

Os dados coletados foram obtidos a partir de busca no acervo da Unidade de Informação Especializada – UNIE, do Centro de Conservação e Manejo de Répteis e Anfíbios - RAN, nos relatórios técnicos do RAN, nos processos de autorização de coleta de material biológico para pesquisa (mediante autorização dos pesquisadores), no acervo do Laboratório de Comportamento Animal, Herpetologia e Conservação da Natureza, Universidade Federal de Goiás - UFG, e na literatura especializada da WEB. Quando havia apenas informação da localidade de ocorrência da espécie, os pontos de coleta foram georreferenciados através do programa Google Earth, com a extensão do IBGE, considerando o marco zero dos municípios. As espécies analisadas são aquelas referentes a anfíbios que constam nas listas oficiais brasileiras de espécies ameaçadas de extinção, sendo uma lista federal (MACHADO et al., 2008) e seis estaduais: Minas Gerais (BIODIVERSITAS, 2007), São Paulo, Rio de Janeiro (BERGALLO et al., 2000), Paraná (MIKICH & BÉRNILS, 2004), Pará (SECTAM, 2007), e Rio Grande do Sul (MARQUES et al., 2002).

Alguns registros da Mata Atlântica não possuíam variáveis climáticas, e como a maioria das espécies modeladas pertence a esse bioma, os pontos de ocorrência dessas espécies foram aproximados em até 4,5 km para que pudessem ser utilizados. Os pontos foram desconsiderados quando a aproximação não foi suficiente. Na modelagem foram utilizados os registros espacialmente únicos, na resolução de 21,0406 km². Espécies com ocorrência em ilhas também foram excluídas do modelo devido à ausência de variáveis climáticas.

A modelagem de distribuição potencial de espécies (MDPE) foi feita através do programa Maxent. Trata-se de uma ferramenta utilizada para caracterizar probabilidades de distribuição a partir de informações incompletas (PHILLIPS, ANDERSON, & SCHAPIRE, 2006). O programa prediz uma distribuição potencial baseando-se no princípio de que esta

distribuição deve ser condizente com tudo que é conhecido para a espécie (inferido através das condições ambientais dos pontos de ocorrência), mas evitando limitações infundadas. Dessa forma, o Maxent encontra a probabilidade de distribuição com máxima entropia, a qual é próxima da distribuição uniforme, mas que é restringida pelas informações disponíveis (PHILLIPS, ANDERSON, & SCHAPIRE, 2006). Segundo PEARSON et al (2007), o Maxent oferece um excelente potencial para extrair informações biogeográficas úteis a partir de poucos registros de ocorrências das espécies.

Foram utilizadas seis variáveis climáticas na MDPE: temperatura média anual, sazonalidade da temperatura (coeficiente de variação), temperatura média do trimestre mais seco do ano, precipitação anual, sazonalidade da precipitação (coeficiente de variação), e precipitação no trimestre mais quente, as quais foram obtidas do WORLDCLIM (2009). Utilizou-se também duas variáveis topográficas, altitude e inclinação, retiradas do modelo global Hydro-1K (2009) de elevação digital. Todas as variáveis climáticas e topográficas utilizadas terão resolução de 2,5 minutos ($\approx 0,0417$ graus). Foram incluídas também a latitude e a longitude como variáveis, pois os modelos poderão ser utilizados para direcionar inventários planejados e, portanto, áreas mais próximas dos pontos de ocorrência possuem maior probabilidade de se encontrar novos indivíduos. Assim, a estrutura espacial dos dados de ocorrência das espécies passa a ser considerada no modelo. Adicionalmente, o Maxent com variáveis espaciais foi apontado recentemente como uma metodologia promissora que melhora o desempenho dos modelos (DE MARCO et al., 2008; CÔRTEZ, 2009).

Os modelos preditos pelo Maxent foram avaliados através do AUC. Dentre as medidas necessárias para se calcular o AUC, a sensibilidade quantifica a proporção de predições corretas de presenças da espécie e a especificidade identifica a proporção de predições corretas da ausência da espécie. Os valores de AUC podem variar entre 0 e 1, sendo que um valor de 0,5 indica que o modelo não tem uma acurácia melhor que um modelo aleatório e um

valor igual a 1 significa um perfeito ajuste do modelo (FIELDING & BELL, 1997). O valor do AUC pode ser interpretado como a probabilidade de que, quando uma presença ou uma ausência da espécie são retiradas ao acaso da população, uma presença terá um maior valor predito de probabilidade de ocorrência da espécie do que uma ausência (ELITH et al., 2006; PHILLIPS et al., 2006). Modelos confiáveis são aqueles que possuem valores de AUC superiores a 0,7 (ELITH et al., 2006).

Os mapas gerados utilizaram a distribuição potencial contínua das espécies, o que é mais adequado para o direcionamento de inventários, pois em uma distribuição binária há perda de informações. Apesar disso, foram utilizados dois limiares de corte de mapas binários nos modelos produzidos com o Maxent: o limiar que maximiza a soma da sensibilidade com a especificidade (*Maximum training sensitivity plus specificity*), o qual foi sugerido como um dos melhores métodos de escolha de limiar (LIU et al., 2005); e o menor limiar obtido para uma ocorrência utilizada na construção do modelo da espécie (*Minimum training presence*), o qual foi sugerido como o mais adequado para modelar espécies raras com objetivos de conservação (PEARSON et al., 2007). O limiar de corte é um valor de adequabilidade ambiental necessário para definir a presença ou ausência das espécies. Esse valor transforma a distribuição contínua obtida pelos modelos em uma distribuição binária (de presença e ausência). O primeiro limiar foi utilizado para espécies com mais de 10 registros, e o segundo para espécies com até 10 registros.

Através do programa Maxent, foi modelada a distribuição potencial histórica das espécies, e esta foi cortada com a distribuição de remanescentes de vegetação, utilizando o programa Arcview 3.2. A partir desses dados, foi calculada a distribuição histórica das espécies que ocorre em remanescentes de vegetação nativa. A distribuição de remanescentes de vegetação corresponde à distribuição atual das espécies, essa medida é importante para estimar a perda de habitat das espécies. Utilizando o programa Arcview 3.2, foi também

calculada a proporção da distribuição atual das espécies que se encontra em Unidades de Conservação (UCs) e em Áreas Prioritárias devido à importância biológica.

Para efeito de avaliação do tamanho da distribuição geográfica das espécies, encontrados pelo modelo, tomou-se como parâmetro as referências adotadas pela União Mundial para a Conservação da Natureza – IUCN versão 3.1, no que se refere à extensão da área de ocorrência da espécie. Sendo assim, as espécies foram classificadas em: bastante restritas (distribuição geográfica de até 100km²), restritas (até 5.000 km²), intermediárias (até 20.000km²) e amplas (acima de 20.000km²). Essa classificação visa facilitar a interpretação dos modelos e a identificação de espécies com prioridade de ações de conservação.

Resultados e Discussão

Somando-se as espécies de anfíbios brasileiros ameaçados de extinção, presentes nas listas oficiais e não considerando as repetições, hoje, o Brasil conta com 46 anfíbios ameaçados de extinção, num total de 136 publicações (Tabela 1). Todavia, durante a realização deste trabalho não foi encontrada publicação para cinco espécies, e das 41 restantes, 43,90% só tiveram uma publicação. O destaque vai para *Eleutherodactylus binotatus*, com 36 (Tabela 1).

Tabela 1. Número de publicações por espécie de anfíbio brasileiro ameaçado de extinção.

Espécie	Número de publicações encontradas
<i>Adelophryne maranguapensis</i>	2
<i>Bokermannohyla izecksohni</i>	2
<i>Bokermannohyla vulcaniae</i>	1
<i>Bolitoglossa paraensis</i>	1
<i>Brachycephalus pernix</i>	3
<i>Ceratophrys ornata</i>	1
<i>Crossodactylus dispar</i>	0
<i>Cycloramphus faustoi</i>	1
<i>Cycloramphus semipalmatus</i>	0
<i>Cyclorhampus valae</i>	0
<i>Dendropsophus anceps</i>	11
<i>Elachistocleis erythrogaster</i>	1
<i>Eleutherodactylus binotatus</i>	36
<i>Eleutherodactylus paranaensis</i>	1
<i>Holoaden bradei</i>	6
<i>Holoaden luederwaldti</i>	2
<i>Hyalinobatrachium uranoscopum</i>	8
<i>Hylodes magalhaesi</i>	3
<i>Hylomantis granulosa</i>	2
<i>Hypsiboas beckeri</i>	1
<i>Hypsiboas cymbalum</i>	2
<i>Hypsiboas stenocephalus</i>	1
<i>Limnomedusa macroglossa</i>	4
<i>Melanophryniscus cambaraensis</i>	2
<i>Melanophryniscus dorsalis</i>	4
<i>Melanophryniscus macrogranulosus</i>	3
<i>Odontophrynus moratoi</i>	3
<i>Paratelmatobius gaigeae</i>	1
<i>Paratelmatobius lutzii</i>	1
<i>Phrynomedusa fimbriata</i>	1

Continuação	
Espécie	Número de publicações encontradas
<i>Phyllomedusa ayeaye</i>	4
<i>Physalaemus soaresi</i>	3
<i>Proceratophrys palustris</i>	1
<i>Pseudopaludicola canga</i>	1
<i>Rhamphophryne proboscidea</i>	1
<i>Rhinella ocellatus</i>	1
<i>Scinax alcatraz</i>	1
<i>Scinax caldarum</i>	2
<i>Scinax faivovichi</i>	1
<i>Scinax peixotoi</i>	0
<i>Scinax ranki</i>	1
<i>Sphaenorhynchus surdus</i>	10
<i>Stereocyclops parkeri</i>	1
<i>Thoropa lutzi</i>	2
<i>Thoropa petropolitana</i>	3
<i>Thoropa saxatilis</i>	0
Total	136

Para efeito das modelagens, das 41 espécies com registros apenas as espécies continentais que possuíam ao menos dois pontos de ocorrência foram trabalhadas, totalizando 32 espécies (N). Doze espécies possuíam apenas dois pontos de ocorrência, e a espécie com maior número de pontos foi *Eleutherodactylus binotatus*, com 40 pontos (Tabela 2). O fato de uma espécie apresentar poucos pontos de ocorrência pode ser porque ela é realmente rara ou devido à escassez de inventários (DE SIQUEIRA et al., 2009). Modelos com poucos pontos de ocorrência possuem decréscimo no potencial preditivo das espécies comparados a modelos com maior número de ocorrências (PEARSON et al. 2007), todavia, o programa adotado no presente estudo, Maxent (*Maximun entropy*), pode gerar bons modelos a partir de poucos dados de presença (PHILLIPS et al., 2006).

Todos os modelos gerados obtiveram AUC superiores a 0,9, sendo que seis obtiveram valor igual a um (Tabela 2). Vale ressaltar que segundo ELITH et al. (2006), modelos confiáveis são aqueles que possuem valores de AUC superiores a 0,7.

Tabela 2. Espécies modeladas (N=32), número de pontos utilizados no modelo, limiar utilizado para a espécie modelada, e AUC do modelo.

Espécie	Número de pontos	Limiar	AUC
<i>Adelophryne maranguapensis</i>	2	72,266	1
<i>Bokermannohyla izecksohni</i>	3	47,58	0,985
<i>Bolitoglossa paraensis</i>	3	61,482	1
<i>Brachycephalus pernix</i>	4	50,554	0,993
<i>Dendropsophus anceps</i>	26	10,879	0,991
<i>Elachistocleis erythrogaster</i>	2	48,763	0,996
<i>Eleutherodactylus binotatus</i>	40	19,004	0,992
<i>Holoaden bradei</i>	4	66,4	0,999
<i>Holoaden luederwaldti</i>	2	90,492	1
<i>Hyalinobatrachium uranoscopum</i>	7	42,276	0,984
<i>Hylodes magalhaesi</i>	2	45,752	0,996
<i>Hylomantis granulosa</i>	9	11,97	0,997
<i>Hypsiboas beckeri</i>	3	51,492	0,998
<i>Hypsiboas cymbalum</i>	2	47,421	0,991
<i>Hypsiboas stenocephalus</i>	2	61,283	0,998
<i>Limnomedusa macroglossa</i>	5	41,194	0,985
<i>Melanophryniscus cambaraensis</i>	2	69,178	1
<i>Melanophryniscus dorsalis</i>	7	21,046	0,998
<i>Melanophryniscus macrogranulosus</i>	3	50,109	0,999
<i>Odontophrynus moratoi</i>	3	42,074	0,992
<i>Paratelmatobius gaigeae</i>	2	66,631	0,999
<i>Paratelmatobius lutzii</i>	2	74,617	1
<i>Phyllomedusa ayeaye</i>	3	34,427	0,996
<i>Physalaemus soaresi</i>	2	95,829	1
<i>Pseudopaludicola canga</i>	2	46,808	0,901
<i>Rhampophryne proboscidea</i>	2	47,685	0,99
<i>Rhinella ocellatus</i>	6	29,465	0,954
<i>Scinax caldarum</i>	2	54,03	0,994
<i>Sphaenorhynchus surdus</i>	10	37,98	0,992
<i>Stereocyclops parkeri</i>	2	63,593	0,995
<i>Thoropa lutzii</i>	5	37,568	0,991
<i>Thoropa petropolitana</i>	3	58,178	0,999

Os mapas gerados apresentaram as áreas com maior adequabilidade ambiental para a ocorrência as espécies estudadas, percebe-se que a maioria das espécies ocorre no Bioma Mata Atlântica (N=32; n=27), em seguida está o Cerrado, com o segundo maior número de espécies ameaçadas (N=32; n=4) (anexos, Figuras de 1 a 7).

Os resultados predisseram distribuições potenciais restritas para *Adelophryne maranguapensis*, *Holoaden luederwaldti*, *Physalaemus soaresi* e *Melanophryniscus cambaraensis* (Tabela 3). Observando-se em anexos, Figuras 1, 2 e 4, percebe-se que essas espécies têm sua distribuição no Bioma Mata Atlântica, um dos mais ameaçados, pois da sua área original resta apenas 7% (SOSMATATLANTICA, 2009).

As espécies *Bolitoglossa paraensis*, *Paratelmatobius lutzii* e *Thoropa petropolitana* obtiveram distribuições intermediárias. As outras espécies apresentaram distribuições potenciais amplas. No entanto, considerando-se apenas a vegetação remanescente *Holoaden bradei* e *Melanophryniscus macrogranulosus* passam a constar no grupo de espécies com distribuição intermediária (Tabela 3). Vale ressaltar que essas duas últimas espécies têm distribuição no Bioma Mata Atlântica (anexos, Figuras 2 e 4).

Os resultados mostram que 25 espécies perderam pelo menos 50% de seus habitats originais. *Rhamphophryne proboscídea*, *Physalaemus soaresi*, e *Hylomantis granulosa* perderam quase 80%, e do habitat de *Rhinella ocellatus* resta apenas 5% (Tabela 3). A principal ameaça à conservação de anfíbios no Brasil é a destruição de seus habitats. O desmatamento, o avanço da fronteira agrícola, a mineração, o fogo e os projetos de desenvolvimento (p.ex., barragens, estradas, indústrias e empreendimentos imobiliários) são as principais causas dessa destruição (SILVANO & SEGALLA, 2005).

Tabela 3. Tamanho da distribuição histórica (Dist. Hist.) das espécies modeladas, tamanho de remanescentes de vegetação nativa (Dist. Reman.), porcentagem da distribuição histórica em remanescentes de vegetação nativa (Porc. Reman.).

Espécie	Dist. Hist. (Km²)	Dist. Reman. (Km²)	Porc. Reman. (%)
<i>Adelophryne maranguapensis</i>	2609,034 ^(a)	2146,141 ^(a)	82,3
<i>Bokermannohyla izecksohni</i>	415152,079 ^(c)	143686,257 ^(c)	34,6
<i>Bolitoglossa paraensis</i>	14433,852 ^(b)	8142,712 ^(b)	56,4
<i>Brachycephalus pernix</i>	339511,122 ^(c)	168282,719 ^(c)	49,6
<i>Dendropsophus anceps</i>	1140337,398 ^(c)	372292,376 ^(c)	32,6
<i>Elachistocleis erythrogaster</i>	154774,654 ^(c)	77071,718 ^(c)	49,8
<i>Eleutherodactylus binotatus</i>	626399,703 ^(c)	257200,294 ^(c)	41,1
<i>Holoaden bradei</i>	36821,050 ^(c)	16159,181 ^(b)	43,9
<i>Holoaden luederwaldti</i>	1914,695 ^(a)	1220,355 ^(a)	63,7
<i>Hyalinobatrachium uranoscopum</i>	700694,061 ^(c)	287498,758 ^(c)	41,0
<i>Hylodes magalhaesi</i>	155363,790 ^(c)	61122,943 ^(c)	39,3
<i>Hylomantis granulosa</i>	281186,578 ^(c)	69097,330 ^(c)	24,6
<i>Hypsiboas beckeri</i>	90516,661 ^(c)	39914,018 ^(c)	44,1
<i>Hypsiboas cymbalum</i>	313946,793 ^(c)	120920,328 ^(c)	38,5
<i>Hypsiboas stenocephalus</i>	73452,735 ^(c)	33265,189 ^(c)	45,3
<i>Limnomedusa macroglossa</i>	606348,011 ^(c)	286173,201 ^(c)	47,2
<i>Melanophryniscus cambaraensis</i>	4881,419 ^(a)	1514,923 ^(a)	31,0
<i>Melanophryniscus dorsalis</i>	149956,356 ^(c)	50602,643 ^(c)	33,7
<i>Melanophryniscus macrogranulosus</i>	28068,160 ^(c)	13381,822 ^(b)	47,7
<i>Odontophrynus moratoi</i>	181853,906 ^(c)	55147,413 ^(c)	30,3
<i>Paratelmatobius gaigeae</i>	46247,239 ^(c)	22850,092 ^(c)	49,4
<i>Paratelmatobius lutzii</i>	19315,271 ^(b)	11572,330 ^(b)	59,9
<i>Phyllomedusa ayeaye</i>	203904,455 ^(c)	75199,104 ^(c)	36,9
<i>Physalaemus soaresi</i>	673,299 ^(a)	147,284 ^(a)	21,9
<i>Pseudopaludicola canga</i>	2114685,503 ^(c)	1068168,140 ^(c)	50,5
<i>Rhamphophryne proboscidea</i>	311821,692 ^(c)	81890,015 ^(c)	26,3
<i>Rhinella ocellatus</i>	32749799,103 ^(c)	1712683,799 ^(c)	05,2
<i>Scinax caldarum</i>	202515,775 ^(c)	89653,997 ^(c)	44,3
<i>Sphaenorhynchus surdus</i>	308097,506 ^(c)	164011,477 ^(c)	53,2
<i>Stereocyclops parkeri</i>	166515,308 ^(c)	68676,518 ^(c)	41,2
<i>Thoropa lutzii</i>	512212,366 ^(c)	167735,663 ^(c)	32,7
<i>Thoropa petropolitana</i>	13634,309 ^(b)	8184,793 ^(b)	60,0

Onde: (a) espécie restrita; (b) espécie intermediária; e (c) espécie ampla.

Há nove espécies modeladas cujas distribuições das áreas remanescentes de vegetação nativa em Áreas Prioritárias para conservação não ultrapassam 50%, e em Unidades de Conservação (UC) são inferiores a 20%. *Physalaemus soaresi* não possui registros em UCs e sua distribuição em Áreas Prioritárias é igual a 28,6% (Tabela 4). Provavelmente esses resultados estão associados ao fato de que, declínios e extinções de espécies na América do Sul, ocorre devido à ausência de uma política de conservação efetiva e adequada de muitos países (JUNCÁ, 2001 *apud* SILVANO & SEGALLA, 2005).

Na Tabela 4, observa-se que 21 espécies analisadas possuem menos de 20% de sua distribuição atual em Unidades de Conservação, e 10 possuem menos de 10%. Dessas espécies, 12 têm mais de 50% de distribuição em Áreas Prioritárias. Das 11 espécies categorizadas como “criticamente em perigo” segundo as listas oficiais brasileiras, oito possuem menos de 20% de sua distribuição em Unidades de Conservação. *Dendropsophus anceps* possui 7,2% de sua distribuição atual em UCs, e *Hylomantis granulosa* possui 7,4%. Em contraste, *D. anceps* e *H. granulosa* têm, respectivamente, 43,8% e 58,6% de sua distribuição em Áreas Prioritárias.

Adelophryne maranguapensis, Anuro da Mata Atlântica, bioma mais degradado da Brasil, que embora ainda possua 82,3% de hábitat original, foi classificada como restrita e está com 96,1% da área indicada como área prioritária para conservação. Contudo, não há registro de nenhum local de ocorrência dessa espécie inserido em uma unidade de conservação (Tabelas 3 e 4). Outra espécie que merece destaque é *Rhinella ocellatus*, Anuro do Cerrado, segundo bioma mais degradado, que possui somente 5,2% de seu hábitat original, a qual foi classificada como ampla e está com 59,4% da área remanescente indicada como área prioritária para conservação, contudo, somente 7% está inserida em unidade de conservação (Tabela 3 e 4).

Segundo HADDAD apud MACHADO et al. (2008), a melhor forma de se proteger espécies em países megadiversos, como o Brasil, é por meio da conservação *in situ*, dentro de áreas protegidas, pois o hábitat natural é o melhor local para se preservar os seres vivos, principalmente em se tratando de espécie ameaçada de extinção.

Tabela 4. Porcentagem da distribuição em remanescentes de vegetação nativa, que se encontra em Unidades de Conservação (Porc. UC) e em Áreas Prioritárias (Porc. AP).

Espécie	Porc. UC (%)	Porc. AP (%)
<i>Adelophryne maranguapensis</i>	0	96,1
<i>Bokermannohyla izecksohni</i>	19,7	55,2
<i>Bolitoglossa paraensis</i>	1,0	71,1
<i>Brachycephalus pernix</i>	19,4	58,2
<i>Dendropsophus anceps</i>	7,2	43,8
<i>Elachistocleis erythrogaster</i>	2,7	44,8
<i>Eleutherodactylus binotatus</i>	14,8	58,2
<i>Holoaden bradei</i>	38,4	71,9
<i>Holoaden luederwaldti</i>	91,4	94,8
<i>Hyalinobatrachium uranoscopum</i>	12,9	8,0
<i>Hylodes magalhaesi</i>	27,3	63,8
<i>Hylomantis granulosa</i>	7,4	58,6
<i>Hypsiboas beckeri</i>	25,9	66,1
<i>Hypsiboas cymbalum</i>	21,1	58,5
<i>Hypsiboas stenocephalus</i>	34,0	69,5
<i>Limnomedusa macroglossa</i>	10,0	49,2
<i>Melanophryniscus cambaraensis</i>	16,7	97,2
<i>Melanophryniscus dorsalis</i>	12,0	49,6
<i>Melanophryniscus macrogranulosus</i>	13,2	45,0
<i>Odontophrynus moratoi</i>	12,6	37,6
<i>Paratelmatobius gaigeae</i>	55,0	83,1
<i>Paratelmatobius lutzii</i>	53,1	84,9
<i>Phyllomedusa ayeaye</i>	19,6	58,0
<i>Physalaemus soaresi</i>	0	28,6
<i>Pseudopaludicola canga</i>	9,3	59,8
<i>Rhamphophryne proboscidea</i>	5,6	50,7
<i>Rhinella ocellatus</i>	7,0	59,4
<i>Scinax caldarum</i>	26,8	64,1
<i>Sphaenorhynchus surdus</i>	13,3	47,4
<i>Stereocyclops parkeri</i>	32,2	81,1
<i>Thoropa lutzii</i>	16,9	63,1
<i>Thoropa petropolitana</i>	67,1	66,6

Conclusão

Faz-se necessário, ampliar a busca por informações sobre as espécies, pois a modelagem com maior número de ocorrência apresentará maior acurácia na predição de distribuição potencial das espécies.

É importante que estudos que envolvam avistamento, captura e ou coleta de espécimes façam georreferenciamento do local.

O modelo escolhido para fazer a modelagem da distribuição potencial das espécies foi adequado, pois apresentou um bom ajuste para todas as espécies. Considerando que as análises não foram feitas com dados independentes, faz-se necessário a validação dos modelos com novos registros que possam ser obtidos na literatura posteriormente.

Os mapas gerados auxiliarão estudos de inventário, pois apresentaram as áreas com maior adequabilidade ambiental para a ocorrência das espécies estudadas.

Considerando, que muitas espécies tiveram poucos dados de ocorrência, faz-se necessária a seguinte reflexão: serão espécies raras ou inventários são insuficientes?

De acordo com o estudo, a política brasileira para conservação de anfíbios, ou seja, definição de áreas prioritárias para conservação é razoável, no entanto, o que se percebe é que muitas espécies que constam das listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção, não têm seu hábitat inserido em unidade de conservação.

Das espécies de anfíbios que constam nas listas oficiais brasileiras, analisadas, os Anuros, *Adelophryne maranguapensis* e *Rhinella ocellatus*, são as espécies prioritárias para a implementação de unidades de conservação em suas áreas de ocorrências, devido o indicativo da distribuição das áreas prioritárias para conservação das espécies, à distribuição das áreas remanescentes nativas inseridas em unidades de conservação e aos biomas em que ocorrem.

Agradecimentos

Ao RAN/ICMBio pela oportunidade de estágio e Bolsa PIBIC, ao Prof. Dr. Paulo De Marco Júnior, da UFG pela introdução ao conhecimento da modelagem de distribuição potencial de espécies, e, em especial, à doutoranda da UFG, Lara Gomes Côrtes, que auxiliou na realização das modelagens a análise dos dados e à Analista Ambiental, Yeda Soares de Lucena Bataus, pela orientação.

Referências Bibliográficas

BERGALLO, H.G.; ROCHA, C.F.D.; ALVES, M.A.S. & SLUYS, M.V.. **A fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro:Ed.UERJ. 2000, 168p.

CÔRTEZ, L.G. **Modelagem de Distribuição de espécies como ferramenta para a conservação de espécies rara de anfíbios do cerrado**. 2009. 125 f.. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Evolução) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

DE MARCO, P., DINIZ-FILHO, J. A. F. & BINI, L. M.. Spatial analysis improves species distribution modelling during range expansion. - **Biology Letters**. 2008,4: 577-580.

DE SIQUEIRA M. F., DURIGAN G., DE MARCO P., & PETERSON A. T. Something from nothing: Using landscape similarity and ecological niche modeling to find rare plant species. *Journal for Nature Conservation*. 2009,in press.

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

EVA, H. D., GLINNI, A., JANVIER P. & BLAIR-MYERS C. Vegetation map of Tropical South America at 1:5 000 000. TREES Logo Joint Research Centre of the European Commission. **TREES Publications** Series D, Thematic outputs, 1999,No.2.

FICETOLA G. F., THUILLER W. & MIAUD C. Prediction and validation of the potential global distribution of a problematic alien invasive species - the American bullfrog. 2007. **Diversity and Distributions**. 2007. 13: 476-485.

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

FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS. **Revisão das listas de espécies da flora e fauna ameaçadas de extinção do Estado de Minas Gerais.** Belo Horizonte. 2007, Vols. I, II e III.

GUISAN A. & THUILLER W. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. **Ecology Letters.** 2005. 8: 993-1009.

GUISAN, A. & ZIMMERMANN, N. E. Predictive habitat distribution models in ecology. - **Ecological Modelling.** 2000. 135: 147-186.

HERNANDEZ, P. A., GRAHAM, C. H., MASTER, L. L. & ALBERT, D. L.. The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. – **Ecography.** 2006, 29: 773-785.

HERO, J. M., WILLIAMS, S. E. & MAGNUSSON, W. E. Ecological traits of declining amphibians in upland areas of eastern Australia. - **J.Zool., Lond.** 2008. 267: 221-232.

HYDROK1 ELEVATION DERIVATIVE DATABASE. Visualização de variáveis topográficas 2009. Acesso na URL: <http://edc.usgs.gov/products/elevation/gtopo30/hydro/index.html> em 20/05/2009.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES –IUCN. Categories & Criteria. Version 3.1, 2001. Accessed at URL: http://www.iucnredlist.org/info/categories_criteria.2001, in 20/05/2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA – IBGE. Mapa apresentando os biomas brasileiros. 2004. Acesso na URL: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=169 em 20/05/2009

LIPS, K. R., REEVE, J. D. & WITTERS, L. R. Ecological traits predicting amphibian population declines in Central America. - **Conservation Biology.** 2003 17: 1078-1088.

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

MACHADO, A.B.M; DRUMMOND, G.M. & PAGLIA, A.P.. **Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção**, 1ª ed., Brasília-DF: MMA; Belo Horizonte-MG: Fundação Biodiversita, 2008, Vols. I e II.

MARQUES, A.A.B.; FONTANA, C.S.; VÉLEZ, E.; BENCKE, G.A.; SCHNEIDER, M. & REIS, R.E.. **Lista das espécies da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul**. Decreto nº. 41.672, de 21 junho de 2002 Porto Alegre-RS: FZB/MCT-PUCRS/PANGEA. 2002, 52p.

MIKICH, S. B. & BERNILS, R. S. **Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná**. 1. ed. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná. 2004. v. 1. 763 p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE & PROBIO. Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira. 2007. Revisão das Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade (importância biológica). Acesso na URL: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>. em 2/04/2008.

PAPES, M. & GAUBERT, P. Modelling ecological niches from low numbers of occurrences: assessment of the conservation status of poorly known viverrids (Mammalia, Carnivora) across two continents. - **Diversity and Distributions**. 2007. 13: 890-902.

PEARSON, R. G. & DAWSON, T. P. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? - **Global Ecology and Biogeography**. 2003. 12: 361-371.

PEARSON, R. G., THUILLER, W., ARAUJO, M. B., MARTINEZ-MEYER, E., BROTONS, L., MCCLEAN, C., MILES, L., SEGURADO, P., DAWSON, T. P. & LEES, D. C. Model based uncertainty in species range prediction. - **J. Biogeogr**. 2006, 33: 1704-1708.

PHILLIPS, S. J., ANDERSON, R. P. & SCHAPIRE, R. E.. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. - **Ecological Modelling**, 2006, 190: 231-259.

RODRIGUEZ, J. P., BROTONS, L., BUSTAMANTE, J. & SEOANE, J. 2007. The application of predictive modelling of species distribution to biodiversity conservation. - **Diversity and Distributions** 13: 243-251.

S.O.S. MATA ATLÂNTICA. Acesso na URL <http://sosmatatlantica.org.br> em 21/05/2009

SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE (SECTAM) 2007. Lista de espécies da flora e da fauna ameaçadas no Estado do Pará. Acesso na URL: http://www.sectam.pa.gov.br/relacao_especies.htm em 07/04/2009.

SILVA, J. M. C; ALBERNAZ, A.L.K.M. & KASECKER, T.P. Modelagem ambiental e a conservação da biodiversidade. **Megadiversidade**, Conservação Internacional-Brasil, vol. 3, nº.1-2, dez. 2007.

SILVANO D. L. & SEGALLA M. V.. Conservation of Brazilian Amphibians. **Conservation Biology**. 2005,19: 653-658.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE HERPETOLOGIA – SBH Acesso na URL: <http://sbhherpetologia.org.br>. Acessado em 21/05/2009.

SOULE, M. E. What is conservation biology? – **Bioscience**. 1985. 35: 727-734.

WATLING, J. I. & DONNELLY, M. A. Multivariate correlates of extinction proneness in a naturally fragmented landscape. - **Diversity and Distributions**. 2007. 13: 372-378.

WORLDCLIM – Acesso na URL <http://www.worldclim.org> em 07/04/2009

Anexos

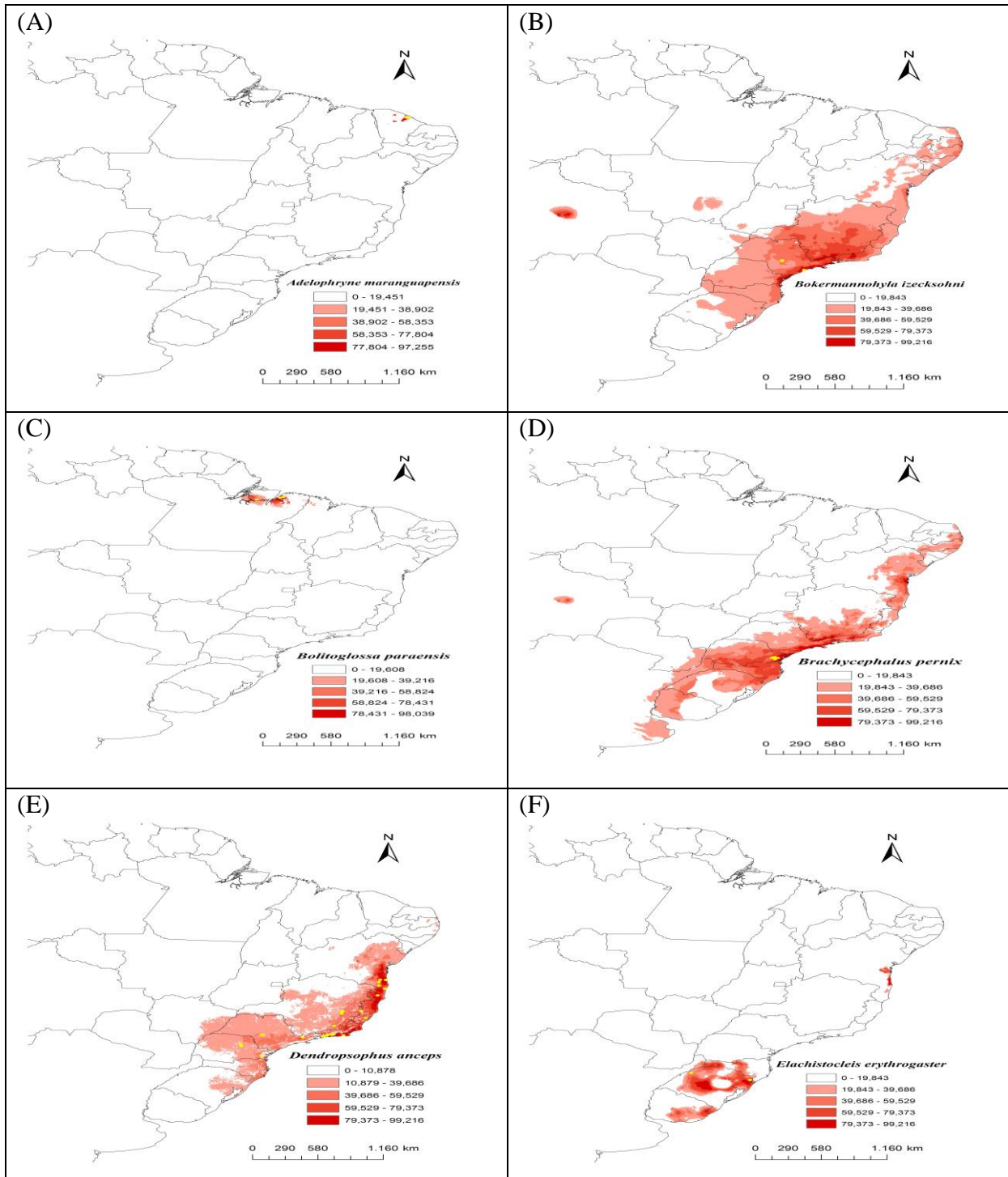


Figura 1. Distribuição potencial histórica das espécies *Adelophryne maranguapensis* (A), *Bokermannohyla izecksohni* (B), *Bolitoglossa paraensis* (C), *Brachycephalus pernix* (D), *Dendropsophus anceps* (E), *Elachistocleis erythrogaster* (F)

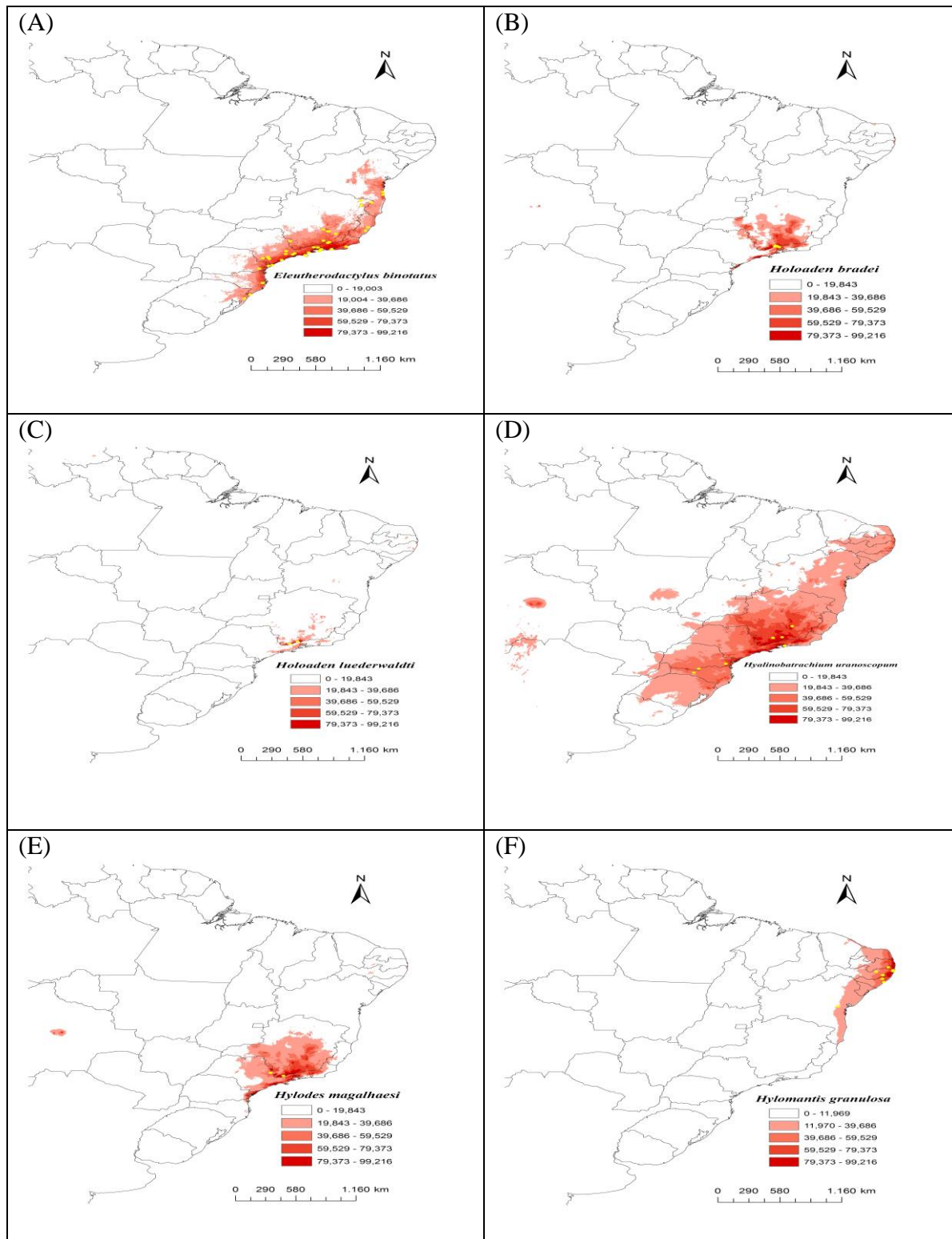


Figura 2. Distribuição potencial histórica das espécies *Eleutherodactylus binotatus* (A), *Holoaden bradei* (B), *Holoaden luederwaldti* (C), *Hyalinobatrachium uranoscopum* (D), *Hylodes magalhaesi* (E), *Hylomantis granulosa* (F)

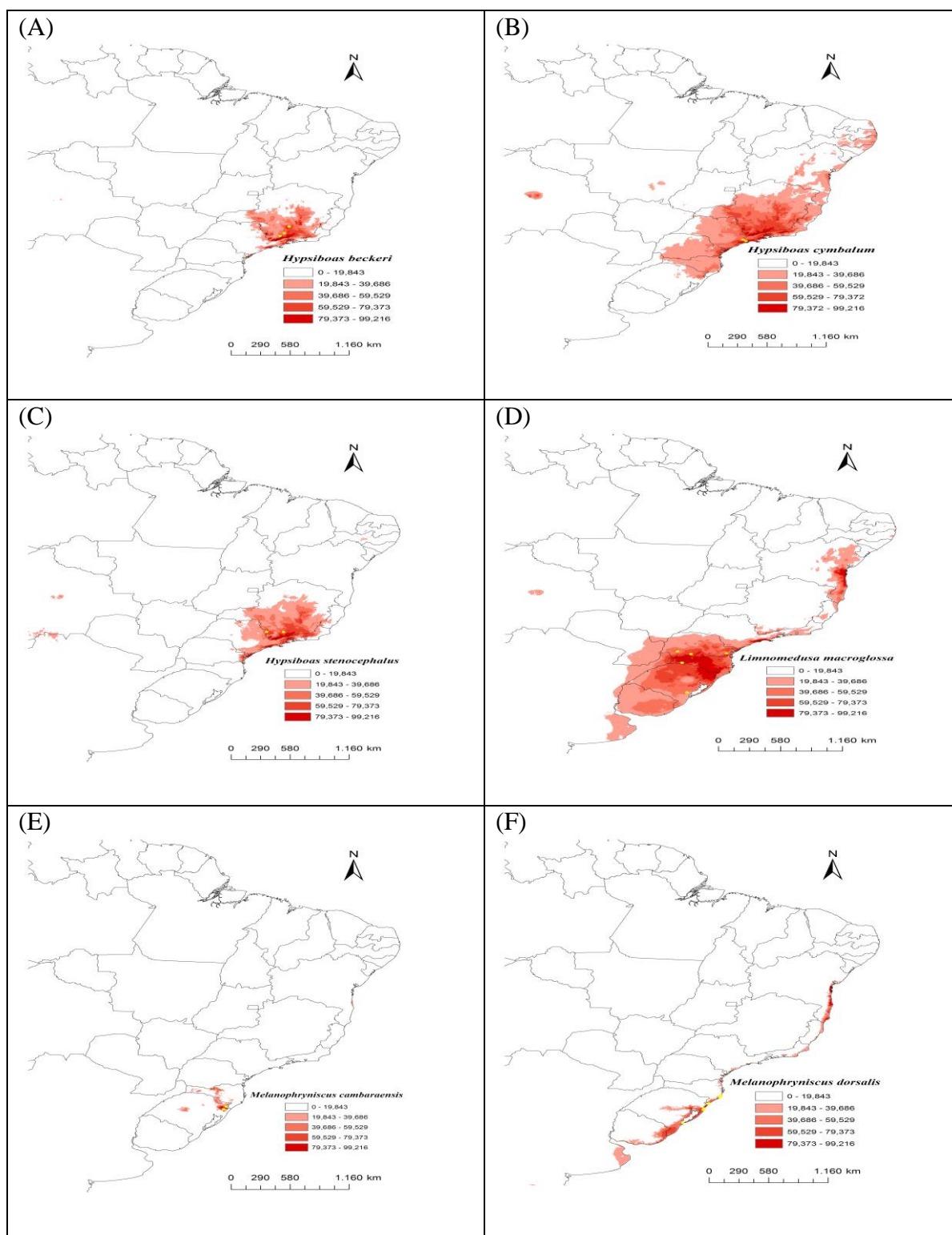


Figura 3. Distribuição potencial histórica das espécies *Hypsiboas beckeri* (A), *Hypsiboas cymbalum* (B), *Hypsiboas stenocephalus* (C), *Limnomedusa macroglossa* (D), *Melanophryniscus cambaraensis* (E), *Melanophryniscus dorsalis* (F)

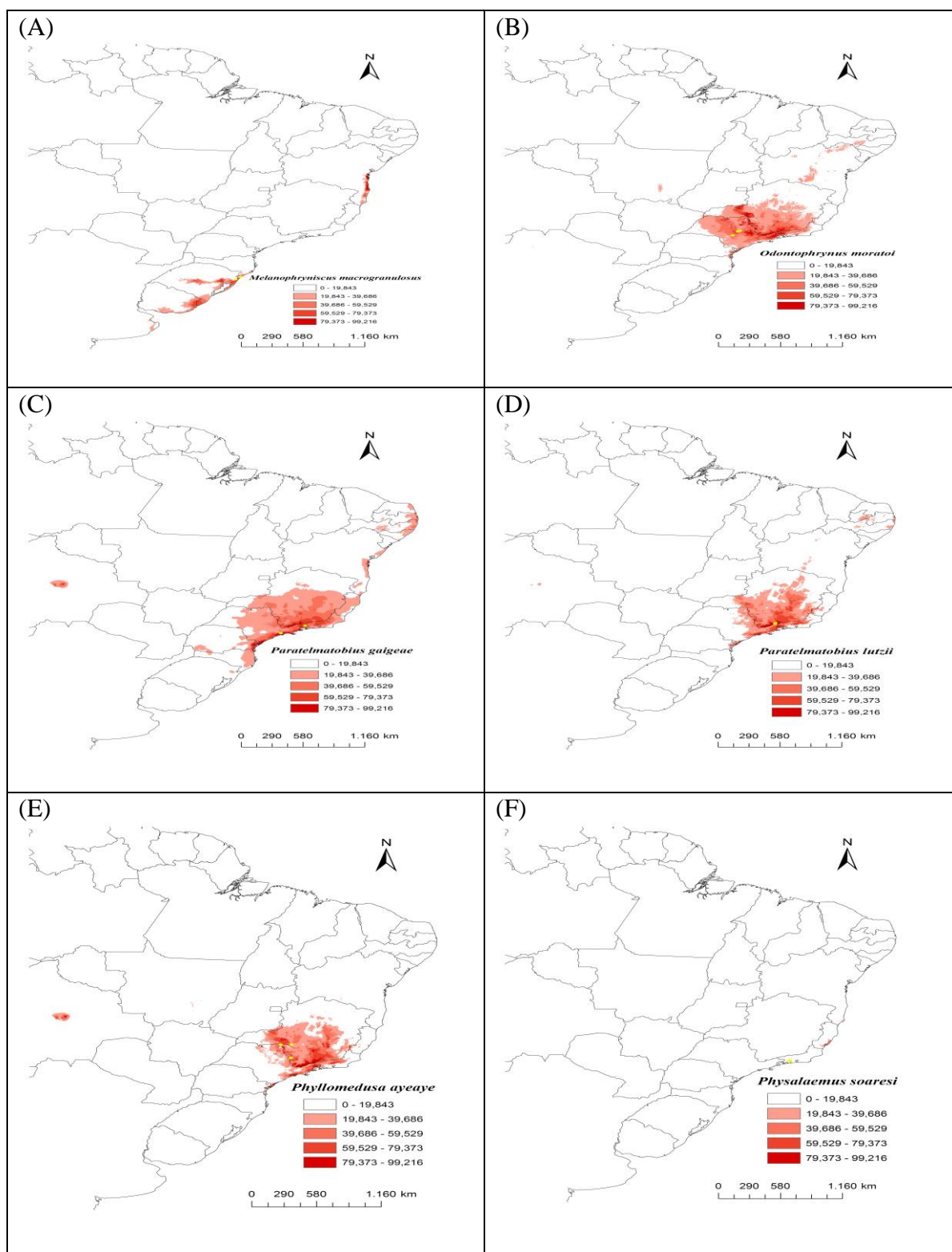


Figura 4. Distribuição potencial histórica das espécies *Melanophryniscus macrogranulosus* (A), *Odontophrynus moratoii* (B), *Paratelmatobius gaigeae* (C), *Paratelmatobius lutzii* (D), *Phyllomedusa ayeaye* (E), *Physalaemus soaresi* (F)

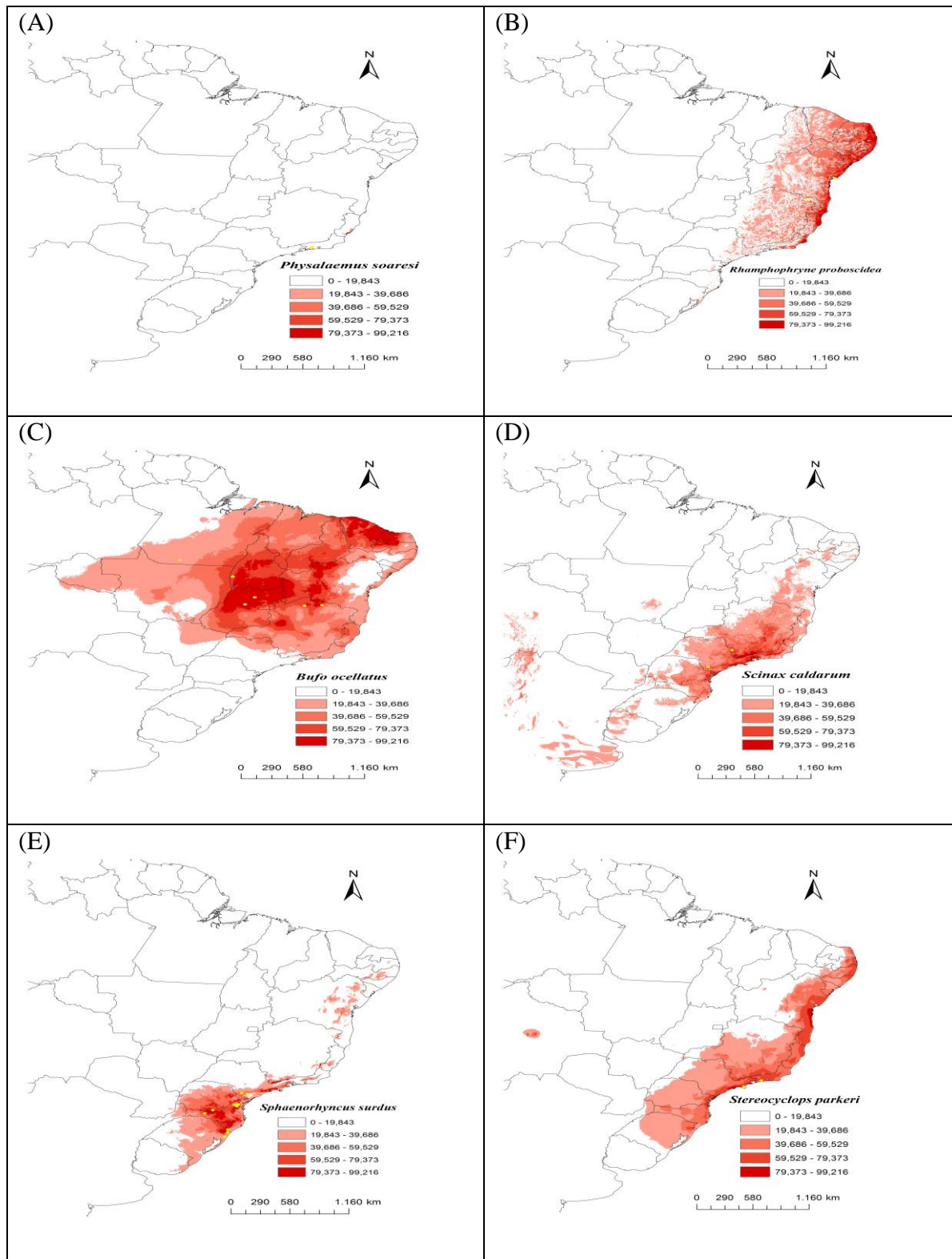


Figura 5. Distribuição potencial histórica das espécies *Pseudopaludicola canga* (A), *Rhombophryne proboscidea* (B), *Rhinella ocellata* (C), *Scinax caldarum* (D), *Sphaenorhynchus surdus* (E), *Stereocyclops parkeri* (F)

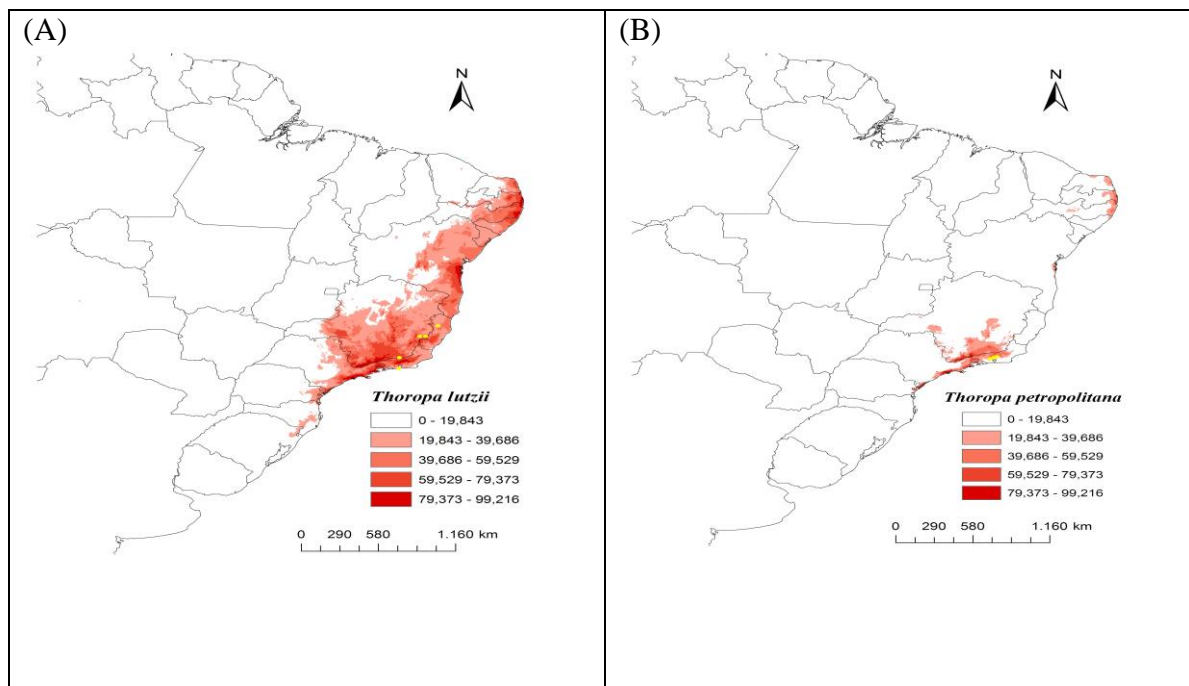


Figura 6. Distribuição potencial histórica das espécies *Thoropa lutzii* (A), *Thoropa petropolitana* (B).

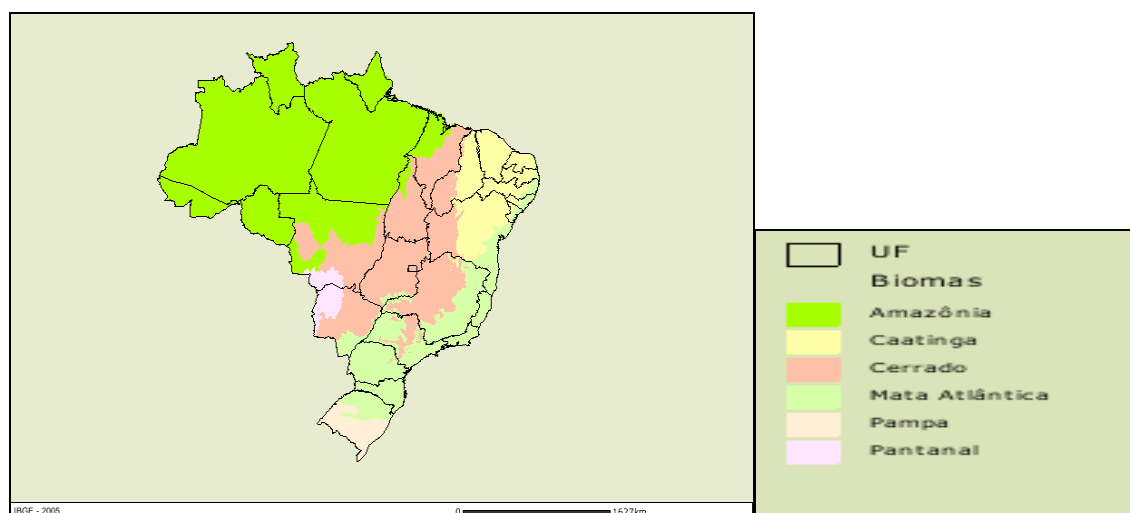


Figura 7. Mapa representando os biomas brasileiros. Fonte: IBGE (2004)