



UFAM – UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS



INPA – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA TROPICAL E RECURSOS
NATURAIS

Área de contato entre as distribuições geográficas de *Saguinus midas* e *Saguinus bicolor* (Callitrichidae-Primates): a importância de interações e fatores ecológicos

Fábio Röhe

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais, do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas, área de concentração em Ecologia.

Manaus, AM

2006

INPA – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA TROPICAL E RECURSOS

NATURAIS

Área de contato entre as distribuições geográficas de *Saguinus midas* e *Saguinus bicolor* (Callitrichidae-Primates): a importância de interações e fatores ecológicos

Aluno: Fábio Röhe

Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais

INPA/UFAM

Orientador: Eduardo Martins Venticinque

INPA - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

WCS – Wildlife Conservation Society

Ficha Catalográfica

ROHE, Fabio

Área de contato entre as distribuições geográficas de *Saguinus midas* e *Saguinus bicolor* (Callitrichidae-Primates): a importância de interações e fatores ecológicos.

Manaus, INPA - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2006.

82 fls.

Dissertação: Mestrado - INPA/UFAM

1. Primatas 2. *Saguinus* 3. Amazônia Central 4. Distribuição geográfica 5. Ecologia 6. Modelagem distribucional.

Sinopse

Saguinus bicolor e *S. midas* mantêm uma relação biogeográfica incomum entre os primatas brasileiros e *S. bicolor* é uma das espécies de primatas mais endêmicas e ameaçadas dos neotrópicos. Foram gerados mapas preditivos das distribuições geográficas de *S. bicolor* e *S. midas*, e mapas de probabilidades de ocorrência do contato entre elas, sugerindo a interação determinando a alopatria. Foi observada a associação entre as duas espécies demonstrando uma interação pacífica, ao menos em parte do ano. Comparando os dados obtidos neste estudo com dados pretéritos, foi verificada uma redução significativa da área de distribuição de *S. bicolor*, indicando que esta, de acordo com os dados obtidos neste estudo, atualmente parece estar restrita a oeste do rio Urubu.

Palavras-chave: Primatas, Amazônia Central, distribuição geográfica, ecologia, modelagem distribucional.

Keywords: Primates, Central Amazon, geographic distribution, ecology, distributional modeling.

Agradecimentos

Agradeço à

- Dadão (E. M. Venticinque), meu orientador, pela fundamental participação no estudo, além disso, pela amizade e incondicional apoio e prestatividade.
- Marcelo Gordo, pela total colaboração, auxílio nas coletas de dados, abertura de trilhas, por disponibilizar a Toyota em atividades de campo, emprestar equipamentos etc.
- Capes por conceder a bolsa de estudo durante o período do mestrado.
- PELD (Projetos Ecológicos de Longa Duração) pelo financiamento, fundamental para a realização das atividades de campo.
- Ecologia (CPEC) e também ao Programa de Coleções do INPA por proporcionar o meu desenvolvimento profissional durante este período.
- Projeto Sauim de Coleira e UFAM, em nome de Marcelo Gordo e colaboradores pelo apoio.
- Com todo amor a minha família, principalmente meus pais pelo amor, apoio e compreensão.
- Ana Tourinho pelo amor, paciência, ajuda na revisão do manuscrito, tantas outras colaborações profissionais e por não ligar que tão sucinto, diria até ingrato.
- Mario Cohn-Haft pela amizade, transmissão de conhecimentos amazônicos e por revisar tanto o plano de dissertação como a própria.
- Renato Cintra, Wilson Spironello, Eleonore Setz e Ana Albernaz pelas sugestões durante a elaboração do projeto.
- Sr. Sebastião, Gero e Eric pelo auxílio na abertura de trilhas e coleta de dados.
- Thais P. Kasecker, pela colaboração e troca de idéias sobre primatas, amizade e prestatividade.
- Ao irmão André L. Ravetta pela amizade incondicional, troca de idéias e colaboração profissional.
- Todos os amigos que de alguma forma contribuíram com o trabalho: Sérgio Bogão, Adriane Moraes, Saci Braga, Gabi Zuquim, Mano Borgus, Karl Mokross, Ciro do Zé, Mindu Munari, Paulo Bobrowiec, Regiane Saturnino, Marininha Antongiovani, e talvez mais alguns que posso ter me esquecido, sem mágoas!
- Txai, Maia, Oxossi, Luna, Nega, Violeta e Alice, meus bichos por todo o carinho e aprendizado.

- Todos os proprietários de terras que permitiram minha circulação.
- Machu pela ajuda com problemas computacionais em horas cruciais e pela amizade.
- Lelé (M. Nazareth da Silva), Lucia Rapp Py-Daniel, Renato Cintra, Tânia Sanaiotti, pela amizade, confiança e contribuição em minha formação.

Resumo

Saguinus bicolor (Spix, 1823) e *S. midas* (Linnaeus, 1758) mantêm uma relação biogeográfica incomum entre os primatas brasileiros: são espécies parapátricas, e a segregação geográfica entre elas não é determinada por barreiras físicas. *Saguinus bicolor* é uma das espécies de primatas mais ameaçadas com um dos endemismos mais acentuados do neotrópico, e visando contribuir para a conservação da espécie este estudo enfocou as distribuições geográficas das duas espécies, priorizando a zona de contato entre elas. Partindo de registros obtidos entre os rios Cuieras e Uatumã, foram gerados mapas preditivos das distribuições geográficas de *S. bicolor* (sauim-de-coleira) e *S. midas* (sauim-de-mão-dourada), e mapas de probabilidades de ocorrência do contato entre elas. A hipótese alternativa foi corroborada, já que as predições extrapolaram as distribuições reais das duas espécies, indicando que as variáveis analisadas neste estudo não são determinantes para a separação geográfica observada para *S. bicolor* e *S. midas*, sugerindo que a interação determina a alopatria. Aparentemente, grupos incluindo as duas espécies podem ser estáveis ou temporários e esta associação ocorre ao menos durante a estação chuvosa, quando os recursos são abundantes na floresta amazônica, e ao contrário do reportado anteriormente, esta interação é ao menos em parte do ano pacífica. Comparando os dados obtidos neste estudo com os apresentados em Ayres *et al.* (1982), foram feitas análises para verificar alguma mudança nas distribuições geográficas das espécies, indicando que atualmente a ocorrência de *S. bicolor* parece estar restrita a oeste do rio Urubu, demonstrando redução quando comparada com dados pretéritos. O método de transecto linear mostrou-se ineficiente para estudos rápidos, que não visam obter dados de abundâncias recativas, com *S. midas* e *S. bicolor*, já que, noventa e seis quilômetros foram censados sem nenhum registro de *Saguinus*.

Abstract

The two species, *Saguinus bicolor* (Spix, 1823) and *S. midas* (Linnaeus, 1758), have an uncommon biogeographic relationship among the Brazilian primates. They are parapatric species and this geographic segregation is not delimited by physical barriers. *Saguinus bicolor* is one of the most endemic and threatened Neotropical species of primates. This study is focused on the geographic distributions of the two *Saguinus* species. Special attention is given to the contact zone between them both, attempting a real contribution for the species conservation. Records obtained between the Cuieras and Uatumã rivers were used to generate predictive geographic distribution maps and the geographic contact zone probability of these two species. Extrapolation of distributional predictions of both *Saguinus* species corroborates the alternative hypothesis: the variables analyzed in this work are not ruling the geographic segregation; interaction determining parapatry is suggested instead. Apparently, mixed groups may be stable or temporary, this association occurs at least in the rain season, when resources are abundant in Amazon forest. The hypothesis of pacific interaction, at least in rain season, as a replacement for previous reports of agonistic display is herein adopted. Data given by Ayres *et al.* (1982) are compared with the ones raised for this study. An analysis of the variation in species geographic distribution is provided. The occurrence of *S. bicolor* has been largely reduced to west of the Urubu River compared with information in the literature. The linear transect method was inefficient for fast studies, which no aim relative abundances results with these *Saguinus* species, because ninety-six kilometer was sampled without *Saguinus* visual records.

Índice

Ficha Catalográfica.....	i
Sinopse.....	ii
Agradecimentos.....	iii
Resumo	iv
Abstract	v
I. Introdução	1
II. Área de Estudo.....	6
III. Métodos.....	8
1. Coleta de dados	8
2. Obtenção dos dados ambientais.....	9
3. Análise dos dados	15
5. Modelagem preditiva	15
<i>Garp</i>	15
<i>Maxent</i>	16
6. Mudança nas distribuições geográficas das espécies.....	18
7. Análise descritiva das distribuições geográficas das espécies.....	19
IV. Resultados	20
1. Predição das distribuições geográficas de <i>S. bicolor</i> e <i>S. midas</i>	21
<i>Garp</i>	21
<i>Maxent</i>	27
2. Zonas de contato entre as distribuições geográficas	39
3. Mudança nas distribuições geográficas das espécies.....	46
4. Análise descritiva das distribuições geográficas das espécies.....	52
V. Discussão.....	54
Considerações quanto às predições	54
Interpretação ecológica	55
Informações adicionais.....	57
Conservação de <i>Saguinus bicolor</i>	58

VI. Conclusões	61
VII. Referências Bibliográficas	62

I. Introdução

Callitrichidae é a Família mais rica em espécies entre os primatas neotropicais, representada atualmente por 60 *taxa*, distribuídos em 41 espécies pertencentes a sete gêneros: *Cebuella* Gray, 1886, *Mico* Lesson, 1840, *Callithrix* Erxleben, 1777, *Saguinus* Hoffmannsegg, 1807, *Leontopithecus* Lesson, 1840, *Callimico* Miranda-Ribeiro, 1912 *Callibella* (Van Roosmalen e Van Roosmalen 2003) (ver Rylands *et al.* 2000). A família é distribuída do Panamá à Bolívia, ocorrendo em todas as regiões do Brasil (Emmons e Feer, 1987; Goldizen, 1987; Eisenberg e Redford, 1999 Auricchio, 1995). *Saguinus* é o gênero mais rico entre os primatas neotropicais, com 15 espécies e 33 *taxa* (Rylands *et al.*, 2000), estes utilizam diversos tipos de habitats (Ayres *et al.*, 1982; Sussman e Kinzey, 1984; Egler, 2000), ocorrendo do Panamá à Bolívia e noroeste do Brasil (Goldizen, 1987).

Estudos relacionados à taxonomia das duas espécies, *Saguinus midas* (sauim-de-mão-dourada) e *S. bicolor* (sauim-de-coleira) sugerem classificações distintas: Croop *et al.* (1999), partindo de análises de DNA mitocondrial, apresentam as sub-espécies *Saguinus midas midas* e *S. midas niger* em diferentes clados quando comparadas a *Saguinus bicolor*, representando então 3 espécies distintas. Entretanto Meireles *et al.* (1997) propõem que *midas*, *niger* e *bicolor* são três formas da espécie *S. midas*. Finalmente com a classificação proposta em Rylands *et al.* (2000), três espécies são atualmente reconhecidas: *Saguinus midas*, *S. niger* e *S. bicolor*. As sub-espécies *S. bicolor bicolor*, *S. bicolor martinsi* e *S. bicolor ochraceus* são atualmente aceitas como três *taxa*, pertencentes a duas espécies: *Saguinus martinsi martinsi* e *Saguinus martinsi ochraceus* com *S. bicolor* representando uma espécie distinta (Rylands *et al.*, 2000). Visualmente estas duas espécies são claramente distintas, sendo *S. midas* de coloração

predominante preta com as extremidades dos membros anteriores e posteriores amarelo vivo, com machas amareladas sutis no dorso. *Saguinus bicolor* possui a face negra com nítida coleira branca na região da cintura escapular e membros anteriores, com a porção posterior em tons de bege algumas vezes acinzentado.

Diversos estudos têm focado a distribuição geográfica de primatas neotropicais, envolvendo a descrição da distribuição (ex. Hershkovitz 1966, Ayres *et al.*, 1982; Olmos, 1995; Rylands *et al.*, 1995; Aquino e Encarnación, 1996; Pinto e Rylands, 1997; Wallace *et al.*, 2000; Cuartas-Calle, 2001) e ampliação desta para diversas espécies (ex. Fernandes, 1993; Lorini, 1994; Albuja, 1994; Boubli, 1994; Silva Jr. e Noronha, 1995; De la Torre, 1996; Silva Jr. e Cerqueira, 1998; Silva Jr. *et al.*, 1999; Röhe *et al.*, 2003). Alguns estudos têm demonstrado os padrões de distribuição das espécies como consequência do isolamento reprodutivo causado por barreiras geográficas como corpos d' água (Wallace 1852, Ayres e Clutton-Brock, 1992, Peres *et al.*, 1996; Wallace *et al.*, 1996; Van Roosmalen *et al.*, 2000; Van Roosmalen *et al.*, 2002). Também, a simpatria de diversas espécies de primatas tem sido explicada por uso de habitats restritos, que estão incluídos em um habitat mais amplo, ou por apresentarem diferenças na dieta, no uso de estratos na floresta ou no comportamento locomotor (Fleagle e Mittermeier, 1980; Mittermeier e Van Roosmalen, 1981; Lopes e Ferrari, 1994; Pontes, 1997; Porter, 2001).

Os *taxa* do gênero *Callithrix*, pertencentes ao grupo *jacchus*, são tipicamente parapátricos, geralmente ocorrendo substituição geográfica de uma espécie por outra em zonas de transição ecológica (ecótonos), onde ocorre a hibridização destas espécies (Mendes, 1997).

Saguinus bicolor tem uma das mais restritas distribuições geográficas entre os primatas amazônicos, limitada a oeste pelos Rios Negro e Cuieras, a sul pelo Rio

Amazonas, a leste pelo Rio Uatumã e ocorre até cerca de 45 km ao norte do município de Manaus e a leste até a cidade de Itacoatiara, a 268 km da capital (Ayres *et al.*, 1982). Em estudo mais recente Subirá (1998) limita a distribuição geográfica de *S. b. bicolor* ao Km 35 da BR 174 a norte, havendo uma zona de sobreposição entre o km 30 e o 35 entre *S. bicolor* e *S. midas*. Em direção leste, ao longo da AM 010, a distribuição de *S. bicolor* parecia ser limitada pelo Rio Urubu, localizado no km 183 desta rodovia, entretanto não foi realizado um estudo sistemático para a determinação desses limites. A mesma autora sugere uma expansão territorial de *S. midas* e afirma que após 15 anos, o contato entre as duas espécies mudou geograficamente e atualmente está situado próximo ao Rio Urubu, o que significa que houve um avanço de *S. midas* de cerca de 85 km viários para dentro da área de *S. bicolor*.

Saguinus midas ocorre em quase toda a região a leste do Rio Negro e a norte do Rio Amazonas se distribuindo até as Guianas (Ayres *et al.*, 1982; ver Van Roosmalen *et al.*, 2000). Lehman, (2000) demonstra que na Guiana, a distribuição geográfica de *S. midas* é limitada, pelo rio Rewa, à metade leste do país. Na região do município de Manaus, *S. bicolor* apresenta-se circundado por *S. midas* em todo o limite norte ao longo de sua distribuição geográfica, sendo que esta segregação aparentemente não é condicionada por uma barreira física definida.

Algumas interações entre espécies simpátricas do gênero *Saguinus* são apresentadas em trabalhos que apontam diferenças na utilização de recursos e/ou habitat, ou onde a utilização de diferentes estratos da floresta possibilita sua coexistência (Terborgh e Stern, 1987; Peres, 1993; Peres, 1994; Buchanan-Smith, 1999; Porter, 2001).

As interações podem determinar os processos de dispersão e estabelecimento no habitat por *Saguinus midas* e *S. bicolor*, já que, tanto *Saguinus midas* como *S. bicolor*

demonstram ser espécies bastante plásticas no que diz respeito a: 1) utilização de ambientes e recursos (assim como a maioria dos Callitrichidae), onde ambos demonstram alguma tolerância à degradação ambiental (Thorington Jr., 1968; Egler, 1983; Johns e Skorupa, 1987; Rylands e Keuroghlian, 1988; Schwarzkopf e Rylands, 1989; Egler, 1992), 2) e são insetívoras-frugívoras, apresentando hábitos alimentares muito generalistas onde invertebrados têm grande importância na composição da dieta (Terborgh e Stern, 1983; Soini, 1987; Soini, 1988; Egler, 1992; Garber 1993; Lopes e Ferrari, 1994; Pack *et al.*, 1996; Egler, 2000). Vidal e Cintra (2006) mostram a influência dos componentes de estrutura da floresta podendo afetar a ocorrência local e abundância de *S. bicolor*.

Ayres *et al.* (1982) sugerem que *Saguinus bicolor* parece ser adversamente afetado pela competição com *S. midas*, que aparentemente é mais adaptável, aliado à maior destruição de habitat em parte da distribuição geográfica de *S. bicolor*. O contato na distribuição dessas espécies está localizado, segundo os autores, a norte do município de Manaus, seguindo em direção a Itacoatiara estendendo-se até o Rio Uatumã, conforme o mapa apresentado na publicação, onde em todo o trecho Manaus-Itacoatiara, *S. bicolor* tem sua distribuição geográfica suprimida por *S. midas* ao norte.

As relações entre essas duas espécies são ainda pouco claras e, segundo Ayres *et al.* (1982), três possibilidades podem ser levantadas em relação à evolução de suas distribuições geográficas: 1) o generalista *S. midas* está invadindo áreas ocupadas por *S. bicolor* e esta invasão vêm sendo favorecida pela abertura de estradas e conseqüente alteração ambiental; 2) as duas espécies ocupam nichos ecológicos diferentes mas adjacentes e *S. bicolor* desenvolveu adaptações especiais para utilizar ambientes onde *S. midas* não ocorre e 3) *S. bicolor* está se beneficiando com a degradação ambiental e invadindo áreas ocupadas por *S. midas*.

As duas últimas hipóteses são consideradas improváveis pelos autores devido à adaptabilidade de *S. midas*, que ocorre em uma grande variedade de habitats, além de geralmente ser mais abundante que *S. bicolor* nos locais onde ocorre (Ayres *et al.*, 1982).

Fortalecendo a argumentação proposta por Ayres *et al.* (1982), Rylands e Keuroghlian (1988) estudaram cinco fragmentos florestais isolados, com aproximadamente 10 ha cada, observaram que *S. midas* sempre estiveram associados com a ocorrência de regeneração secundária ao redor dos fragmentos, sugerindo a preferência por esses ambientes às florestas primárias. E que entre as três espécies de primatas abordadas (*S. midas*, *Alouatta seniculus* e *Pithecia pithecia*) os Sauins-de-mão-dourada apresentaram-se com a menor densidade populacional dentro dos fragmentos, estes obviamente mais preservados do que as áreas que os envolvem (ambientes desbastados em regeneração secundária).

A disponibilidade de dados ambientais detalhados, aliados com computadores poderosos e de baixo custo, tem abastecido um rápido avanço em modelagem preditiva associada às necessidades ambientais e distribuição geográfica das espécies. Para algumas espécies, dados detalhados de presença são disponíveis, permitindo a aplicação de uma variedade de técnicas estatísticas usuais (Phillips *et al.* 2006; Anderson e Martinez-Meyer, 2004).

No presente estudo, métodos de modelagem preditiva de distribuição geográfica foram utilizados com duas finalidades, 1) prever a distribuição geográfica das espécies focais *S. bicolor* e *S. midas*, e ainda 2) verificar se as variáveis abióticas utilizadas nas análises determinam o limite nas distribuições das espécies, como forma de fortalecer a hipótese proposta por Ayres *et al.* (1982) de que a interação provavelmente determina os limites distribucionais de *S. midas* e *S. bicolor*. Os modelos aplicados, basicamente

funcionam combinando os dados gerados sobre os pontos de registro confirmado da espécie, verificando o quanto as exigências ambientais apresentadas por ela possibilitam sua colonização na área de interesse do estudo.

Diante da incerteza quanto à área de ocorrência das espécies, aliada à situação aparentemente preocupante na conservação de *S. bicolor*, os objetivos deste estudo foram, através do uso de ferramentas de modelagem preditiva e análise descritiva: 1) prever a distribuição geográfica atual de *S. bicolor* e o contato nas distribuições geográficas de *S. midas* e *S. bicolor*, entre os rios Cuieiras e Uatumã, 2) associar a distribuição das duas espécies a fatores abióticos e 3) observar se ocorreu uma mudança no contato geográfico entre as espécies, partindo de estudos anteriores (Ayres *et al.*, 1982; Subirá, 1998).

II. Área de estudo

O estudo foi conduzido na área compreendida entre os rios Cuieiras e Uatumã, situados na Amazônia Central e abrangendo parte dos municípios de Manaus, Rio Preto da Eva e Itacoatiara. Pontos de amostragem foram visitados ao Norte de Manaus e também seguindo em direção a Itacoatiara, atravessando fisionomias vegetacionais diferenciadas constituídas de um mosaico de florestas primárias e secundárias, campinaranas e campinas. A amostragem foi compreendida entre - 02.42° - 03.20° S e - 060.34° - 058.06° W (figura 1).

A topografia da região é ondulada, recortada por igarapés de primeira e segunda ordem e rios de ordem elevada como o Urubu, Cuieiras e Preto da Eva. A altitude não excede os 160 m acima do nível do mar (SRTM), comum para florestas amazônicas de terras baixas. Os solos são ácidos e pobres em nutrientes, arenosos ou argilosos,

conhecidos como latossolos amarelos (Laurance *et al.*, 1999; Ranzani, 1980). O clima na região é equatorial úmido, tipo "Afi" segundo a classificação de Köppen, e a precipitação pluviométrica anual média de 2.000 mm, com insolação total de 2.000 horas/ano (PMM, 1984).

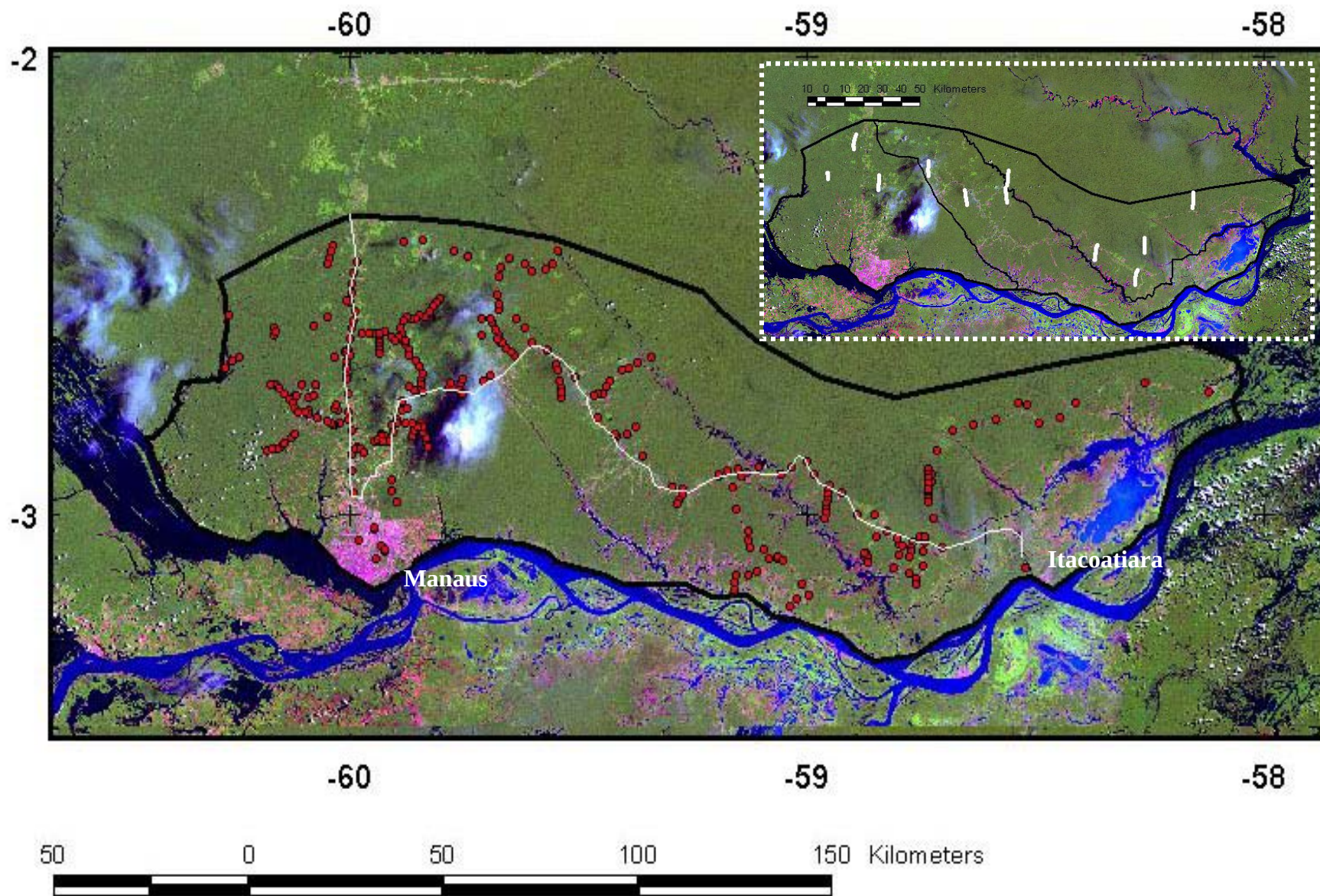


Figura 1 – Imagem da área de estudo (contorno preto) com as trezentos e vinte e três localidades amostradas (círculos vermelhos). As linhas brancas representam a BR-174 (norte-sul) e AM-010 (leste-oeste). A figura menor mostra a localização dos transectos (faixas brancas) e o contorno preto representa a área considerada neste estudo.

III. Métodos

Coleta de dados

As regiões amostradas foram determinadas com o auxílio de imagens de satélite, objetivando viabilizar acesso às áreas escolhidas com base na literatura e comunicações pessoais de Marcelo Gordo (UFAM - Projeto Sauim-de-coleira), visando amostrar tanto áreas no contato entre as distribuições geográficas das duas espécies focais como em pontos de ocorrência exclusiva de delas.

Foram visitados 323 pontos (figura 1) com o intuito de registrar uma das, ou as duas espécies de *Saguinus* presentes na área amostrada. Estes pontos foram acessados através de ramais e trilhas existentes na região e ainda nas onze trilhas implantadas durante este estudo. Os pontos distavam no mínimo 1 km entre si e a amostragem foi realizada durante uma permanência de 15 a 20 minutos em cada um deles, período no qual era observada a presença ou ausência das espécies estudadas. Em cada um dos pontos amostrados, um observador percorria a cerca de 0,5 km/h caminhos encontrados nos locais. Quando vocalizações confirmando a presença sauins eram ouvidas, o tempo de permanência no ponto podia se estender até a visualização do grupo.

Todos os pontos visitados foram georreferenciados e quando um ou mais grupos eram registrados, estes eram caracterizados quanto ao número de indivíduos, atividade exercida, altura do solo e forma de detecção inicial (visual, auditivo, galhos balançando frutos ou outros materiais vegetais caindo). Somente foram considerados grupos que ao menos um indivíduo foi avistado.

Cento e dois (102) quilômetros foram percorridos aplicando-se o método de transecto linear (Peres 1999) em três diferentes trilhas, duas com 8000 m lineares e uma com cerca de 3500 m. Ainda 85 km foram percorridos com velocidade média entre 2 e 3,5 km/h, durante o período de abertura das 10 trilhas de 8000 m cada (segundo

semestre de 2005). Apesar de esta velocidade ser superior à utilizada aplicando-se o método de transecto linear, registros de sauins foram obtidos durante tais trajetos (figura 1).

Os registros de *Saguinus* foram obtidos entre setembro de 2005 e maio de 2006, correspondendo a parte da estação seca de 2005 e da estação chuvosa de 2006, período utilizado para o reconhecimento das áreas (julho e agosto de 2005), abertura de trilhas (setembro a novembro de 2005) e amostragem (janeiro a maio de 2006). Cabe ressaltar que apesar de terem sido efetuados fora do período destinado à amostragem, parte dos registros foi obtida durante o período de abertura de trilhas e reconhecimentos das áreas.

Obtenção dos dados ambientais

A partir dos pontos de presença obtidos para as duas espécies, foram gerados para valores de relevo (SRTM), tipo de vegetação e umidade do ambiente (JERS), ocorrência nos interflúvios, distância dos rios Amazonas e longitude associados à ocorrência das duas espécies de *Saguinus*. Estes valores foram utilizados para as análises realizadas pelo Garp e Maxent. Somente visualizações de grupos de sauins foram utilizadas nas análises preditivas.

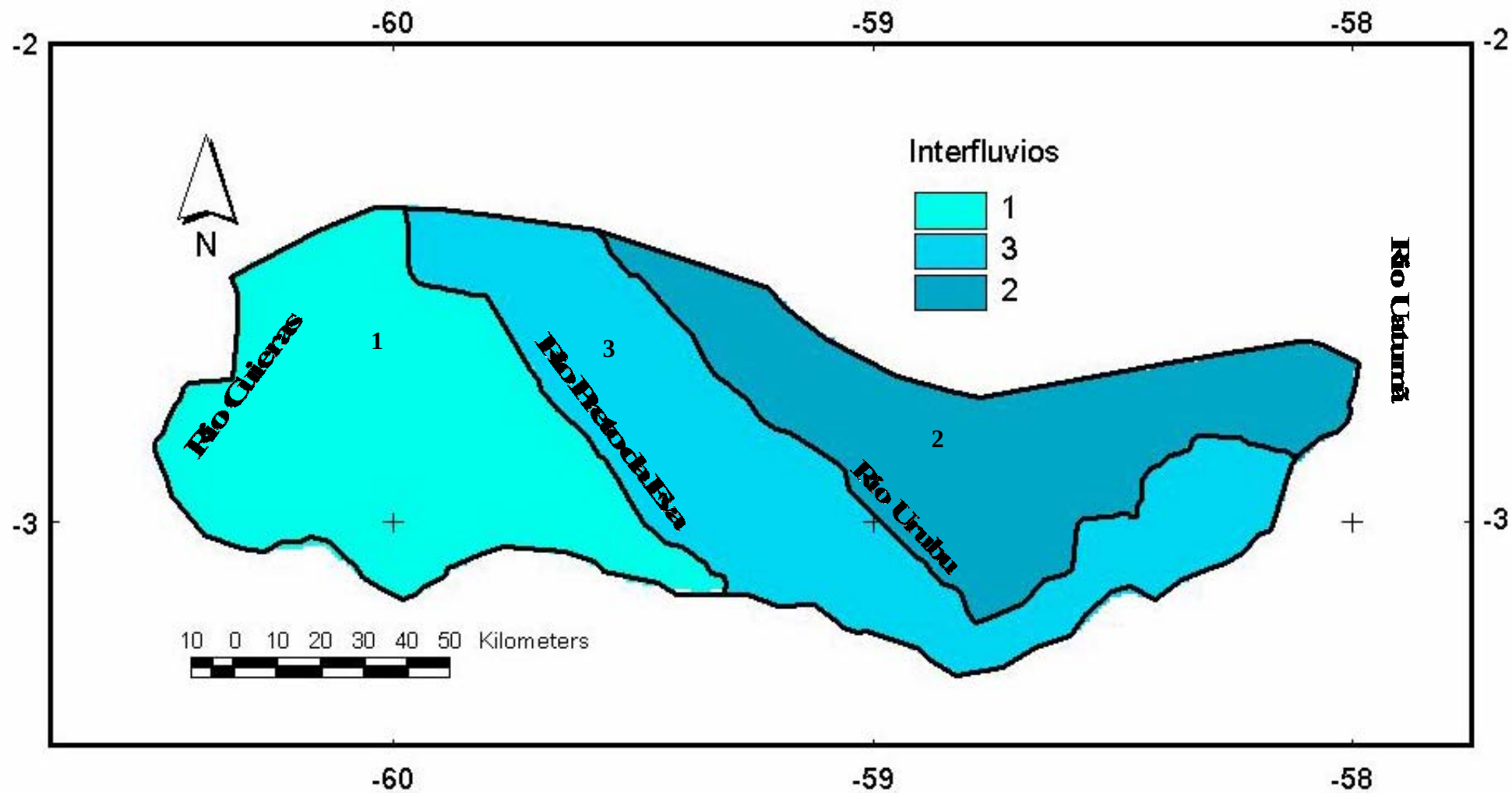


Figura 2 - As divisões com linhas pretas correspondem aos três interfluvios considerados. Da esquerda para a direita: interfluvio 1. Rio Cuieras – Rio Preto da Eva; interfluvio 3. Rio Preto da Eva – Rio Urubu e interfluvio 2. Rio Urubu – Rio Uatumã.

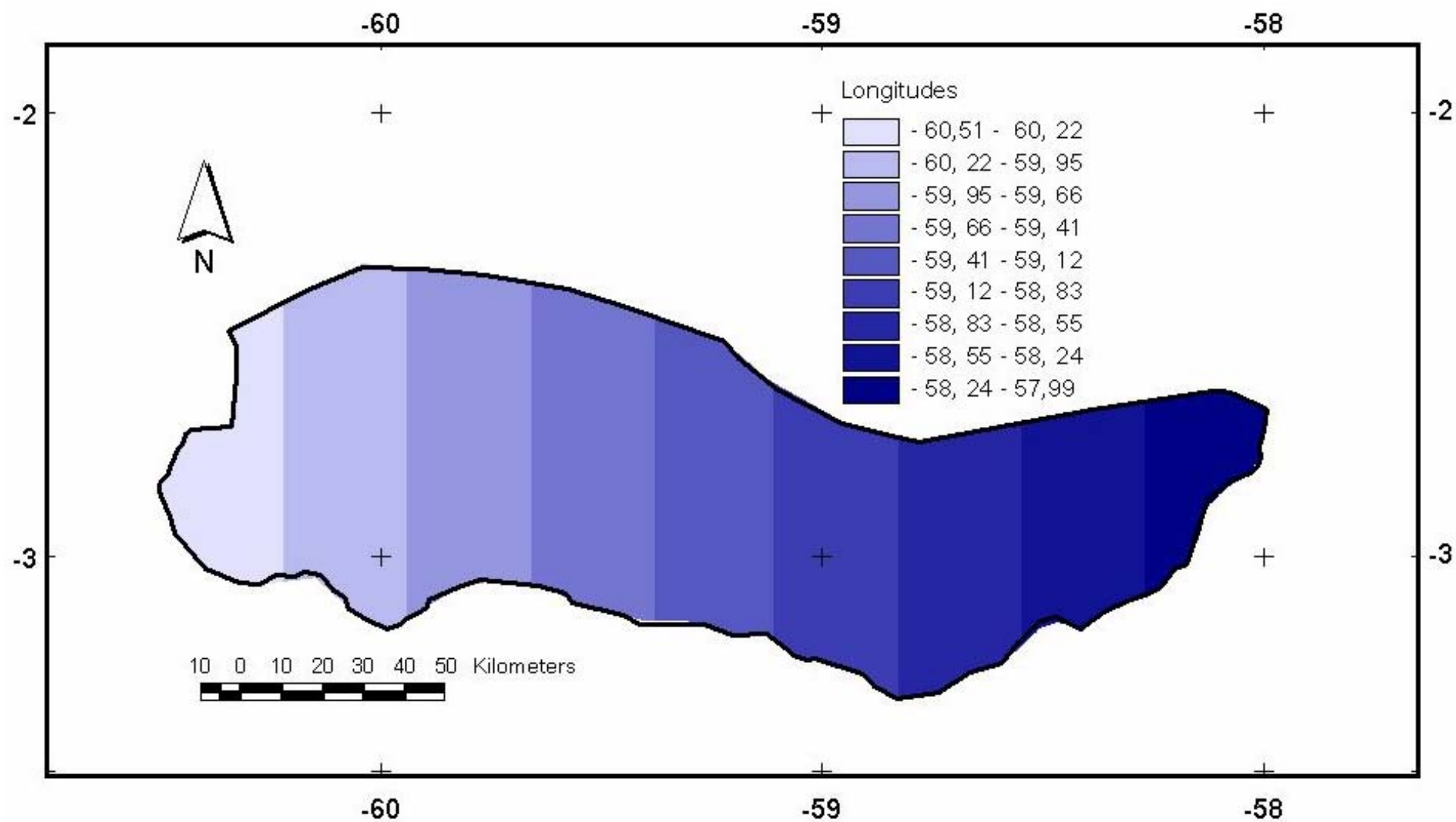


Figura 3 - Base de longitudes da área de estudo utilizada na geração dos dados utilizados nas análises preditivas de distribuição geográfica.

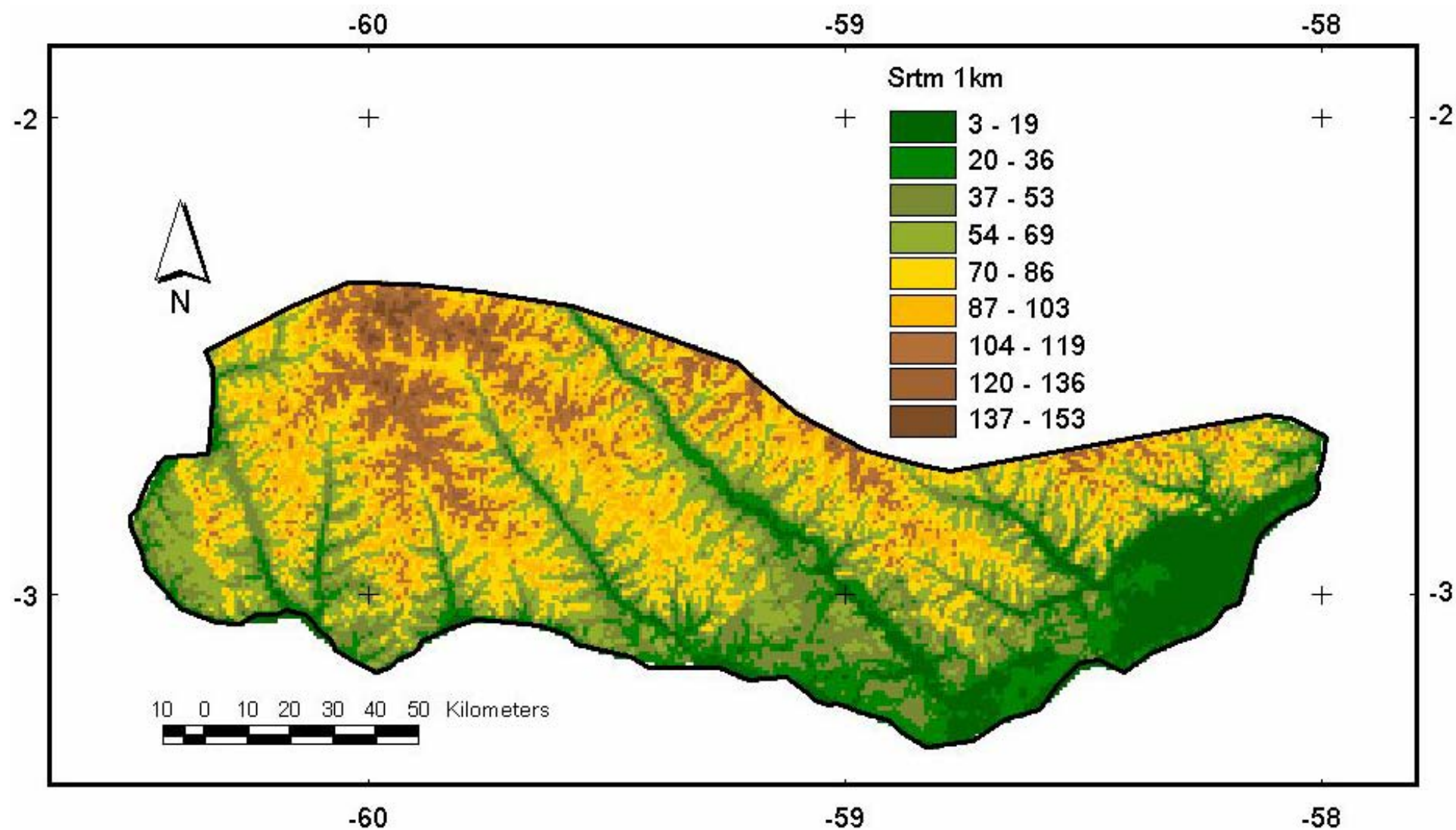


Figura 4 - Base SRTM utilizada na geração dos dados utilizados nas análises preditivas de distribuição geográfica. Os valores representam as altitudes observadas na área.

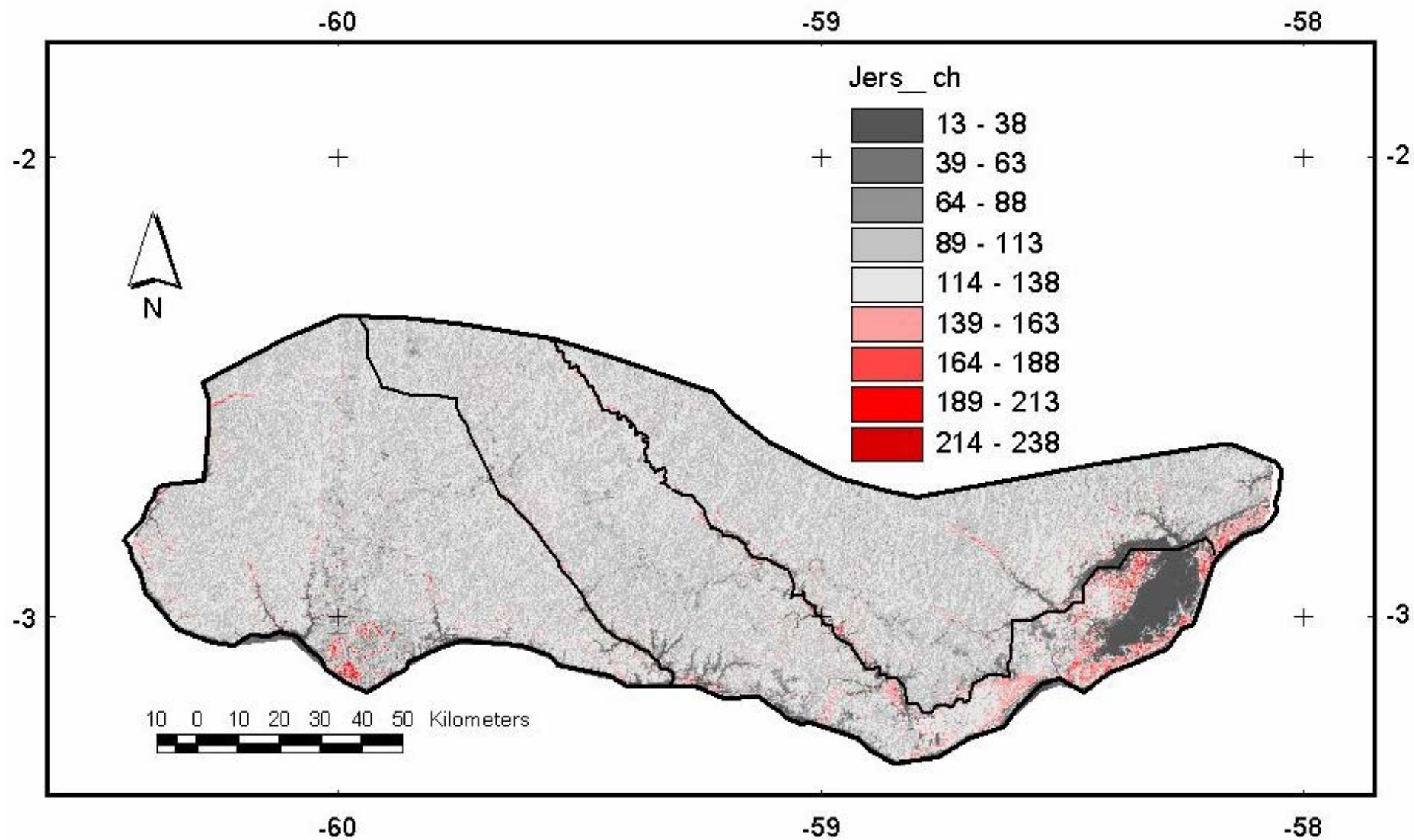


Figura 5 - Base Jers utilizada na geração dos dados utilizados nas análises preditivas de distribuição geográfica.

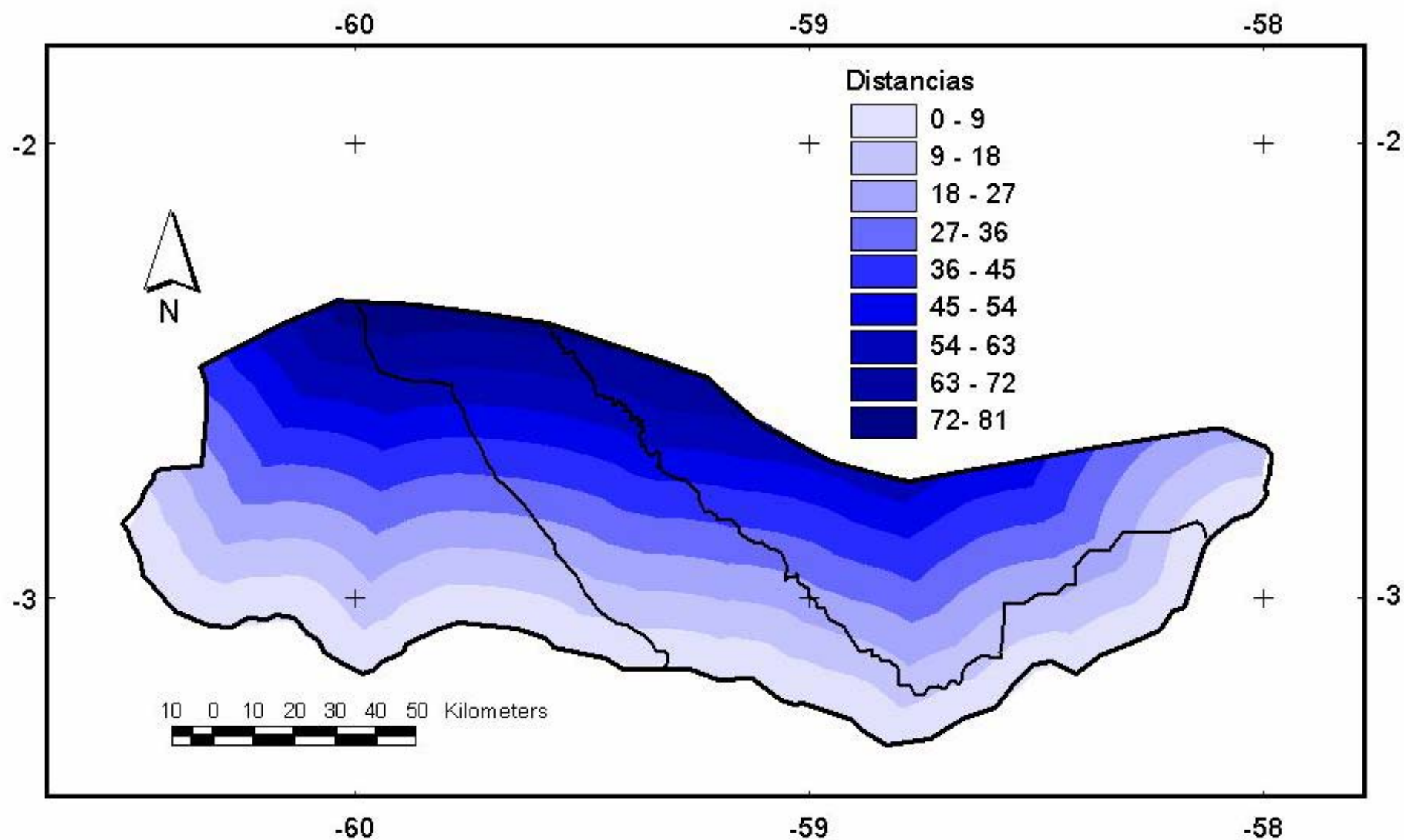


Figura 6 - Base de distâncias do rio Amazonas na área de estudo utilizada na geração dos dados utilizados nas análises preditivas de distribuição geográfica.

Análises dos dados

Modelagem preditiva

Neste estudo, foram utilizados dois métodos para modelar as distribuições geográficas, partindo dos dados de presenças de *S. bicolor* e *S. midas*, 1) Algoritmo Genético para conjunto de Regras de Predição (Genetic Algorithm for Rule-Set Prediction - GARP) e 2) Máxima Entropia (Maximum Entropy-Maxent). Os dados foram obtidos na região que compreende os municípios de Manaus, Rio Preto da Eva e Itacoatiara, portanto a distribuição geográfica de *S. midas* tratada estudo, deve ser interpretada sempre como uma pequena parte da ocorrência total da espécie.

GARP

Mil (1000) simulações de distribuição geográfica prevista foram geradas para *S. bicolor* e *S. midas* com o auxílio do programa Desktop Garp, utilizado para gerar modelos preditivos de ocorrências de espécies partindo de bases de dados espacializadas. As bases de dados utilizadas para a construção dos modelos foram interfluvios (cada um dos interfluvios presentes foram individualizados em uma base digital para que o programa pudesse prever corpos d'água como barreira para a dispersão), longitude, SRTM com pixels de 1 km² utilizado para a obtenção de dados altitudinais, Jers, aplicado à caracterização de umidade do ambiente e vegetação, e distância do rio Amazonas (figuras 2-6). Todas as bases utilizadas foram redimensionadas por pixels de 1 km².

As análises feitas com os Desktop Garp seguiram as seguintes configurações para as duas espécies com os dados obtidos neste estudo: 1000 simulações para cada espécie; Limite de convergência (Convergence threshold) 0.01; Máximo de interações

(Maximum iterations) 1000; Pontos para treino (training points) 60%; Funções ativadas: *Atomic*, *Range*, *Negated Range* e *Log. Regression*.

Partindo dos mapas preditivos de ocorrências de ambas as espécies, foram geradas as probabilidades de ocorrência das duas espécies utilizando a função *Cell Statistics* do ArcView GIS 3.2. As probabilidades foram geradas entre as 1000 simulações calculando o valor médio de ocorrência.

Com os mapas de probabilidades foram feitas intersecções entre pontos com probabilidade de ocorrência das duas espécies acima de 70%, 40%, 30%, 20%, 15% e 10% no módulo *Cell Statistics* do ArcView GIS 3.2 (figuras 12 e 13). Estes resultados forneceram informações sobre a área de contato e possíveis áreas de conflito entre as duas espécies (locais com alta probabilidade de ocorrência para as duas espécies).

MAXENT

O software Maxent é baseado em um método de uso geral para fazer previsões ou inferências a partir de informação incompleta. A idéia básica é que se nós necessitarmos estimar uma distribuição de probabilidade desconhecida, nós devemos encontrar a distribuição da probabilidade da entropia máxima, sujeitas aos limites que representam nossa informação incompleta sobre uma distribuição desconhecida. Isto é conhecido como o princípio da entropia máxima (Jaynes 1957). O download do software Maxent pode ser realizado em www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent.

A qualidade do ajuste do modelo é diagnosticada plotando a omissão (pontos de teste e treinamento) com o ponto inicial, e a área predita com o ponto inicial. Uma curva mostra o desempenho de um classificador do qual a saída depende de um parâmetro no ponto inicial. Isso é realizado plotando a taxa positiva de encontro à taxa positiva falsa

para cada ponto inicial. Um ponto (x, y) indica que para algum ponto inicial, o classificador classifica uma fração x de exemplos negativos como o positivo, e uma fração y de exemplos positivos como o positivo. A curva é obtida simplesmente “juntando os pontos”. A área sob uma curva tem uma interpretação estatística natural, sendo que a área sob a curva é a probabilidade que o classificador requisita corretamente os pontos. Um classificador perfeito tem conseqüentemente um AUC de 1. O valor máximo é freqüentemente menor que um (Wiley *et al.* 2003), e é menor para a espécies de distribuição menos específica. A sensibilidade iguala a proporção de presenças corretamente preditas nas localidades de teste (taxa extrínseca de omissão). A quantidade (especificidade) iguala a proporção de pixels do mapa preditos para ter condições apropriadas para a espécie.

Um segundo tipo da análise estatística realizada, foi um teste de significância estatística da taxa de omissão da predição usando um teste binomial. Finalmente para estimar quais as variáveis são as mais importantes no modelo, foi realizado um teste de Jackknife. Neste procedimento cada variável é excluída por sua vez, e um modelo criado com as variáveis restantes. Um modelo é então criado usando cada variável isolada. Além disso, um modelo é criado usando todas as variáveis, como inicialmente.

Os mapas preditivos foram gerados a partir dos mesmos dados aplicados na análise realizada com Garp, seguindo as seguintes configurações do Maxent: Limite de convergência (Convergence threshold) 10^{-5} ; Máximo de interações (Maximum iterations) 1000; Valor de regularização (Regularization value) 10^{-4}

Para a comparação entre os métodos Garp e Maxent na predição da área de contato entre as duas espécies, foi feito um teste Chi quadrado (Zar, 1999).

Mudança nas distribuições geográficas das espécies

Pontos dispostos em localidades amostradas por Ayres *et al.* (1982) foram amostrados com o objetivo de verificar se a ocorrência das espécies sofreu uma mudança significativa a ponto de sugerir expansão territorial por uma das espécies estudadas. Os registros acima citados, não haviam sido georreferenciados, estando disponíveis apenas na acurácia apresentada no artigo (R. A. Mittermeier, *com. pess.*). O mapa então foi copiado e georreferenciado com o auxílio do Div32 Pro (Global Mapper) e em seguida teve a partir dos registros das duas espécies de *Saguinus* obtidos por eles no ano de 1980, os dados gerados com o ArcView GIS 3.2 da mesma forma que com os dados obtidos no presente estudo (ver *Métodos/Análises dos dados/ Garp e Maxent*). Somente análises com o Maxent foram feitas para a avaliação de mudança na distribuição geográfica das espécies focais, conforme sugerido pela literatura (Ayres *et al.*, 1982; Subirá, 1998).

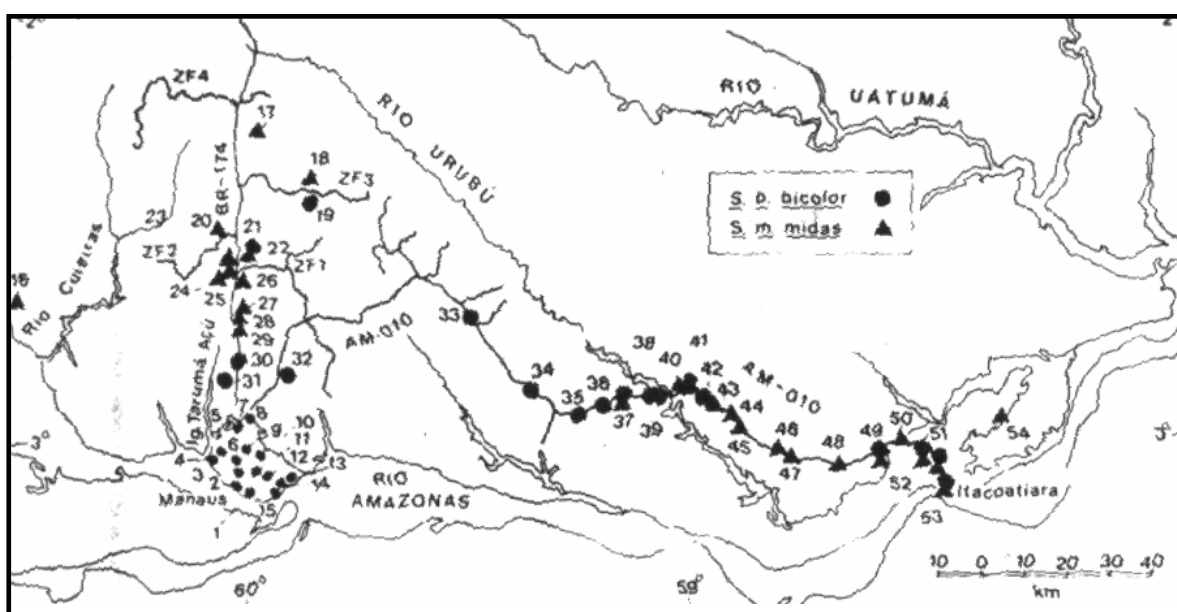


Figura 7 - Mapa apresentado em Ayres *et al.* 1982 e utilizado para avaliar a flutuação na distribuição geográfica das espécies no presente estudo.

Para todos os dados ambientais em formato GIS, cada ponto corresponde à mesma área geográfica em todas as bases utilizadas, em pixels de 1 km por 1 km para toda a área considerada neste estudo (figura 1-6).

Análise descritiva das distribuições geográficas das espécies

Além dos resultados sobre as distribuições geográficas obtidos com o uso de modelagem (GARP e Maxent), são apresentadas as conclusões descritivas feitas partindo de todos os pontos de registros das espécies focais e ainda dados obtidos por entrevistas junto aos moradores das regiões visitadas. Estas entrevistas foram conduzidas de maneira informal, onde durante uma conversa o entrevistado era questionado quanto às espécies de primatas presentes na área. Somente quando eram feitas boas descrições das espécies focais e quando o entrevistado demonstrava um bom conhecimento sobre o tema à entrevista foi validada.

Os limites das distribuições apresentados foram baseados no polígono mínimo (modificado do polígono mínimo convexo de Hayne, 1949) entre os pontos amostrados mais os pontos válidos de entrevista, para cada uma das espécies nas zonas de contato. Foram admitidas as localidades extremas para cada espécie e o polígono de distribuição das espécies foi obtido a partir da união dos pontos extremos na área de contato. Os limites arbitrários, norte e oeste, na distribuição de *S. midas* são representados pela área determinada como área de estudo e a leste pelo rio Uatumã, para *S. bicolor* o rio Amazonas foi considerado limite sul e o rio Cuieras, oeste.

IV. Resultados

Nos 323 pontos amostrados, foram registradas 32 presenças exclusivas de *S. bicolor*, 38 de *S. midas*, uma ocorrência das duas espécies e 251 ausências. (figura 7, tabela 1) Estes totalizam os pontos utilizados em análises estatísticas e na geração modelos (mapas) preditivos de distribuição das espécies.

Cento e dois (102) quilômetros foram percorridos aplicando-se o método de transecto linear, apenas três grupos de saúns foram registrados, em um trecho de menos de quatro km, todos no mesmo dia. Noventa e oito km de censos realizados em duas diferentes trilhas de oito km lineares cada, resultaram em nem um único registros de saúim (cada uma das trilhas estava inserida em áreas correspondentes a ocorrência de uma das espécies). Rylands e Keuroghlian (1988) também conduziram 83,6 km de censos, sem obtenção de registros de saúns em áreas de florestas contínuas pertencentes ao Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais.

A ocorrência de grupos mistos foi registrada em uma localidade, outro grupo com as duas espécies presentes foi observada no plote do projeto TEAM, localizado no km 34 da ZF 2 (L. Figueiredo-Rodrigues-INPA- com. pess - ponto não utilizado nas análises), evidenciando que a interação entre essas duas espécies aparentemente é pacífica, em oposição às informações existentes na literatura (Ayres *et al.* 1982; Subirá 1998).

Tabela 1 – Resultados obtidos por interfluvios.

<i>Interfluvios</i>	<i>Ausências</i>	<i>S. bicolor</i>	<i>S. midas</i>	<i>Presenças</i>	<i>Total</i>
Cuieras - Preto da Eva (1)	124	25	19	44	168
Urubu - Uatuma (2)	52	0	13	13	65
Preto da Eva _Urubu (3)	75	8	7	15	90
Total	251	33	39	72	323

Predição das distribuições geográficas de S. bicolor (total) e S. midas (parcial)

GARP

As análises feitas com o auxílio do Desktop Garp (tabela 2) demonstraram boas porcentagens de acerto na predição das distribuições para as duas espécies, tanto para os pontos de treino (*S. midas* 77% e 82% *S. bicolor*) como para os pontos de teste (validação da predição), 69% para *S. midas* e 73% para *S. bicolor*. De acordo com os resultados obtidos *S. bicolor* está ausente 71 % da área total analisada enquanto *S. midas* em 59,7%. Apesar dos valores de omissão serem muito reduzidos para as duas espécies (0,03% da área total analisada para *S. bicolor* e 0,1% da área total analisada para *S. midas*), o apresentado por *S. midas* é três vezes maior que para *S. bicolor*, isso provavelmente deve-se a falta de pontos de presença nas áreas mais extremas à Norte e Leste, pontos de ocorrência exclusiva de *S. midas* e portanto não priorizados neste estudo.

Análises de omissão e comissão

A comissão na predição da distribuição geográfica de *S. midas* foi maior que a observada para *S. bicolor* (tabela 2), provavelmente causada pela maior amplitude geográfica de registros de *S. midas* aumentando a influência das variáveis *latitude* e *longitude* no resultado final da análise. No entanto, esta “invasão predita” pode representar a semelhança entre os habitats colonizados por cada uma das espécies de acordo com as variáveis analisadas, locais onde potencialmente qualquer uma das duas poderia estar presente (nichos fundamentais).

O Garp não possibilita a detecção dos valores de influência de cada uma das variáveis sobre o resultado final gerado, em contraste com *Maxent* que produz uma saída de dados detalhada (ver *Resultados- Maxent*).

Tabela 2 – Resultados obtidos com Desktop Garp para as duas espécies de *Saguinus*.

	<i>S. bicolor</i>	<i>S. midas</i>
Área predita de ausência (km ²)	14403,256 (71%)	12142,167 (59.7%)
Área predita de presença (km ²)	5897,638 (29%)	7997,623 (39.3%)
Área total analisada (km ²)	20.348	20.348
Interações (média)	182,9	193,2
Área não predita	47,106	208,210
Qui-quadrado	2.84E+19	9.64E+18
Omissão	7.120 (0,03%)	21.515 (0,1%)
P (média)	0	0.019
Comissão	2.65E+19	9.40E+18
Acerto em pontos de teste	0.734	0.69
Acerto em pontos de treino	0.819	0.769

Saguinus bicolor

De forma geral a distribuição geográfica prevista para *S. bicolor* pelo método Garp excedeu a provável realidade. Devem ser ressaltadas que as omissões a Sul da área prevista de ocorrência, se devem a ausência de dados em pontos próximos ao rio Amazonas. Também, a porção Noroeste da figura 8, representada por pontos com alta probabilidade de ocorrência de *S. bicolor* corresponde a áreas colonizadas por *S. midas*, assim como toda a faixa a norte no interflúvio em que a cidade de Manaus está inserida (Rio Cuieras - Rio Preto da Eva). Estas áreas de comissão, tanto de *S. midas* como de *S. bicolor*, podem também representar a similaridade entre ambientes ocupados por *S. midas* e os ocupados por *S. bicolor*, de acordo com as variáveis analisadas. Cabe lembrar que latitude e longitude foram utilizadas nas análises, associando as predições também a essas variáveis. Dados de latitude e longitude foram utilizados com o intuito de priorizar a detecção da zona de contato entre as distribuições geográficas das duas

espécies, no entanto foi responsável por boa parte da omissão apresentada principalmente para *S. midas*. O modelo excluiu bem as áreas alagadas e supriu as estimativas na área sudoeste do interflúvio 1.

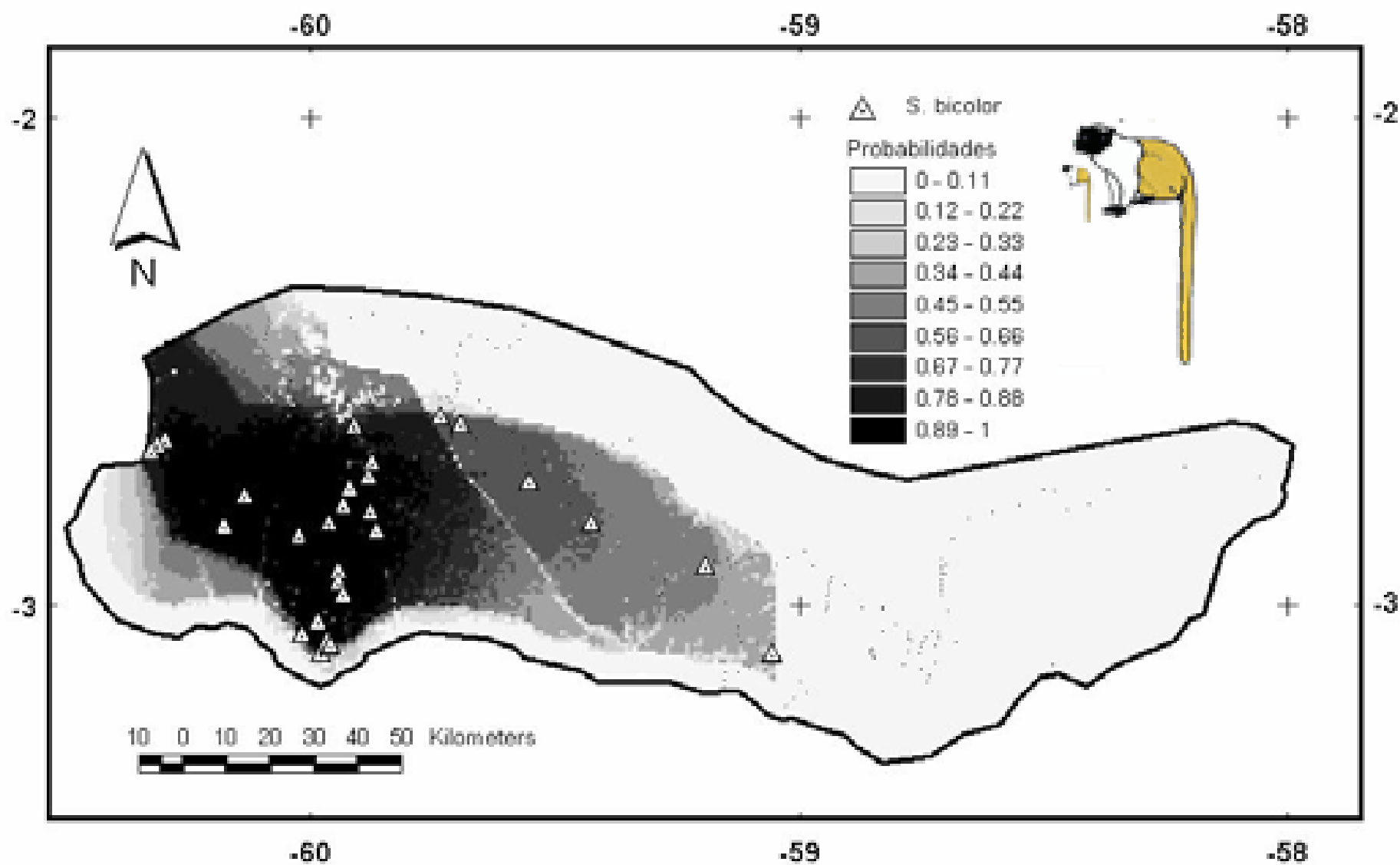


Figura 8 - Mapa de probabilidades construído com o ArcView 3.2 a partir dos resultados gerados pelo Desktop Garp para *S. bicolor*

Saguinus midas

Para *S. midas* foram apresentadas comissões pelas predições em toda a porção sul, à oeste do rio Urubu (interfluvio 3), o interfluvio 2 (Urubu – Uatumã) tem em sua porção sul vastas áreas de várzeas e lagos (representados por ausência prevista acertadamente) e parte fora de influência fluvial, estas últimas omitidas pela falta de presenças amostrais. Toda esta porção parece ser ocupada por *S. midas*. A área mais a sul no mapa entre os rios Urubu e Amazonas, composta por áreas de várzea limitadas a leste e oeste por paranãs de ligação com o rio Amazonas representam uma barreira para a dispersão das distribuições geográficas de *S. bicolor* e *S. midas*.

No interfluvio 1 foi prevista invasão em áreas ocupadas por *S. bicolor*, e de acordo com as predições o contado geográfico entre as duas espécies está deslocado a norte no interfluvio 3, em relação ao interfluvio 1. Vale ressaltar a vasta área de baixas probabilidades para ambas as espécies no interfluvio 3 provavelmente são decorrentes da ausência de dados na extensa área militar localizada na porção sul do interfluvio.

Boa parte das áreas com menos de 80 % de probabilidade de ocorrência de *S. midas*, são ocupadas por *S. bicolor*, esta comissão representa o distribuição geográfica potencial baseada nas variáveis analisadas e limitadas pelas variáveis *latitude* e *longitude*, o nicho realizado por *S. midas* aparentemente e está sendo limitado pela interação com *S. bicolor* e vice-versa.

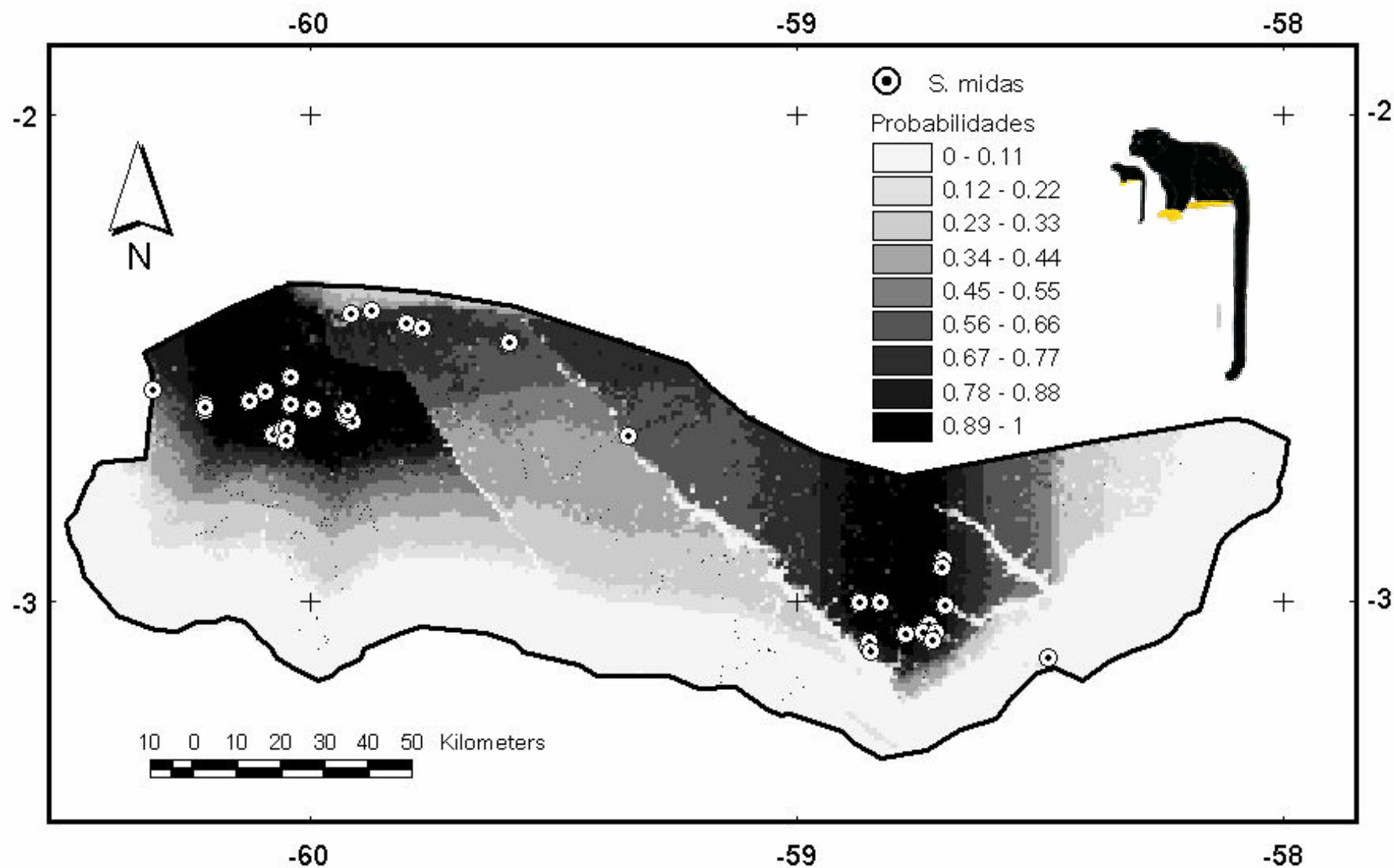


Figura 9 - Mapa de probabilidades construído com o ArcView 3.2 a partir dos resultados gerados pelo Desktop Garp para *S. midas*

*MAXENT**S.bicolor*

Assim como no modelo gerado pelo Garp para a espécie, a predição gerada pelo Maxent excluiu áreas mais próximas aos rios Amazonas e Negro, ocasionada pela ausência de registros da espécie nessas regiões. (figura 10). As maiores probabilidades de ocorrência foram previstas na porção sul do interflúvio 1, com probabilidades menores no interflúvio 3, em decorrência do baixo número de registros da espécie e ausência a leste do rio Urubu (interflúvio 2). Pode ser também observada uma invasão moderada na predição sobre as áreas ao norte que são efetivamente ocupadas por *S. midas*. Os dados de entrada são descritos em *Métodos / Obtenção dos dados ambientais*.

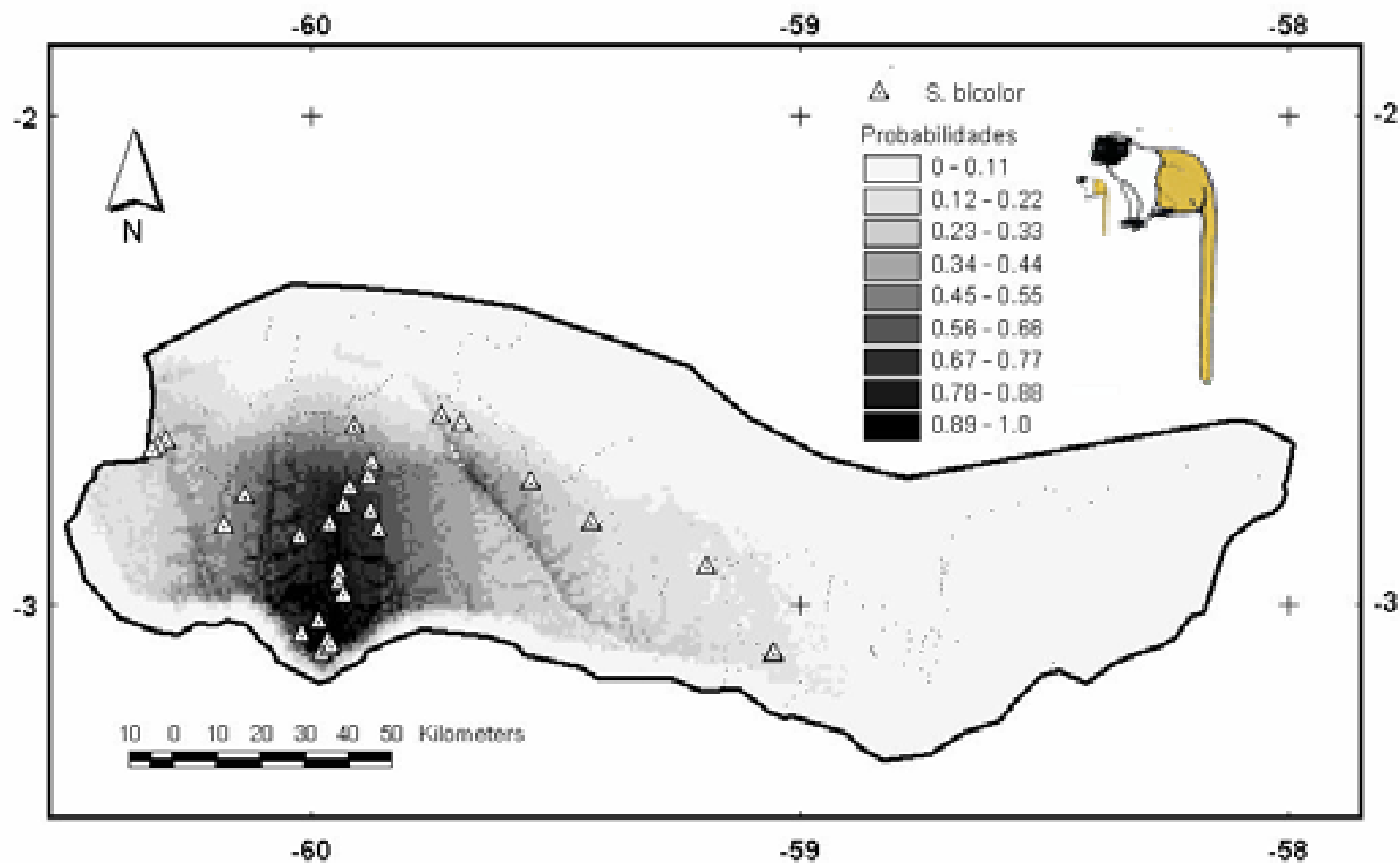


Figura 10 - Mapa de probabilidades de ocorrência para *S. bicolor* gerado pelo Maxent (Maximum Entropy) acompanhado dos pontos utilizados na análise.

Análises de omissão e comissão

O gráfico a seguir (Figura 11 a) mostra a taxa de omissão e área prevista como uma função do limite cumulativo. A taxa omissão deve estar próxima à omissão predita para a validação do modelo, como o observado para *S. bicolor*.

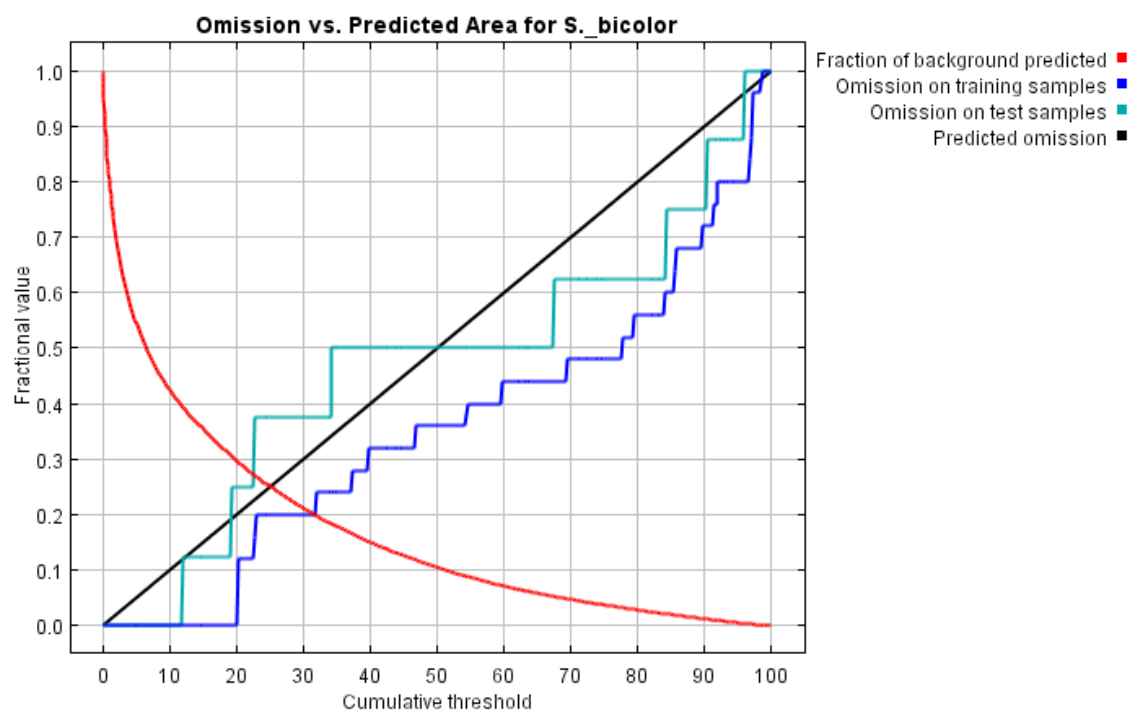


Figura 11a - Gráfico demonstrando as omissões observadas para a análise feita para *S. bicolor*.

O próximo gráfico (Figura 11 b) mostra que a especificidade é definida utilizando a área predita mais sensível que a predição aleatória, representando a eficiência do modelo gerado para *S. bicolor* (ver Phillips *et al.* 2006).

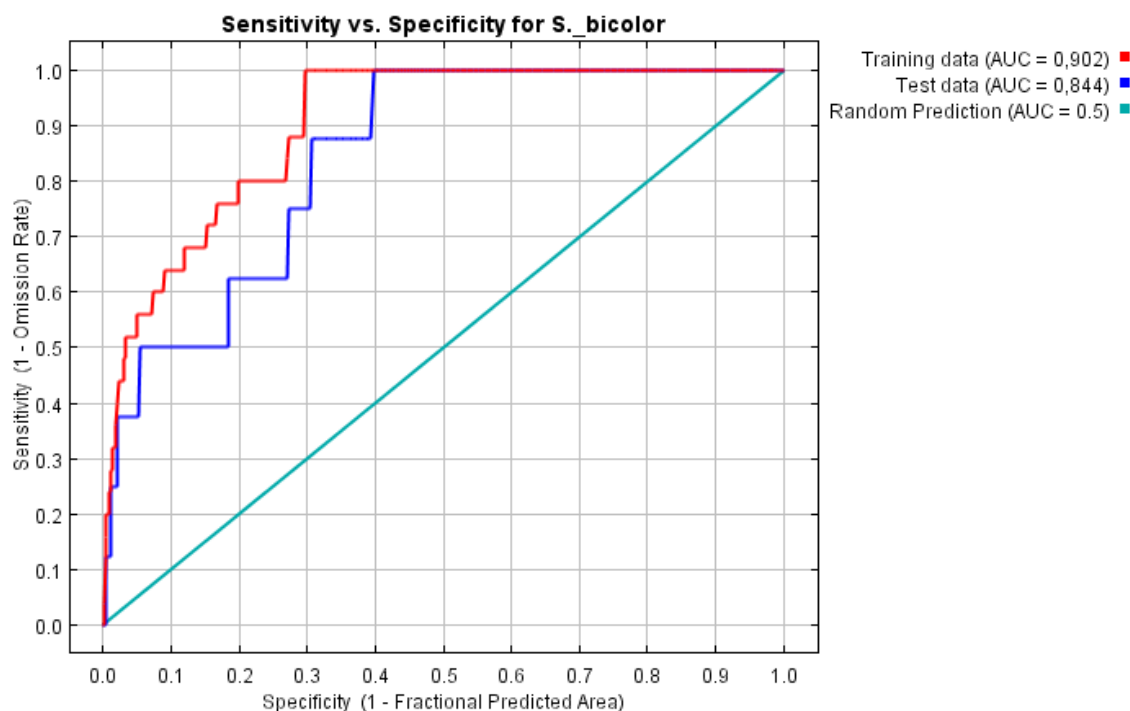
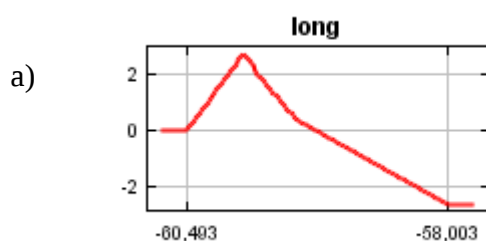


Figura 11 b – Gráfico demonstrando a sensibilidade da análise para *S. bicolor*.

Análise de importância das variáveis

As curvas a seguir (figura 12) mostram a influência de cada uma das variáveis sobre o resultado final da análise. Na curva ‘a’ (longitude) é observado um decréscimo na probabilidade de encontro de *S. bicolor* nas menores longitudes, dada a ausência da espécie a leste do Rio Urubu. Note que somente o interflúvio 3 (Rio Preto da Eva- Rio Urubu) foi representativo, isto deve-se ao elevado número de registros de *S. bicolor* quando comparado com *S. midas* neste interflúvio (b). Jers (d) mostra a maior probabilidade distribuição de *S. bicolor* associada a áreas com menores taxas de umidade, e assim como srtm (c) diminuindo a probabilidade de ocorrência em fundo de vales. A curva lat (latitude) mostra a diminuição da chance de encontro da espécie a medida que os valores de latitude diminuem (em direção ao equador).



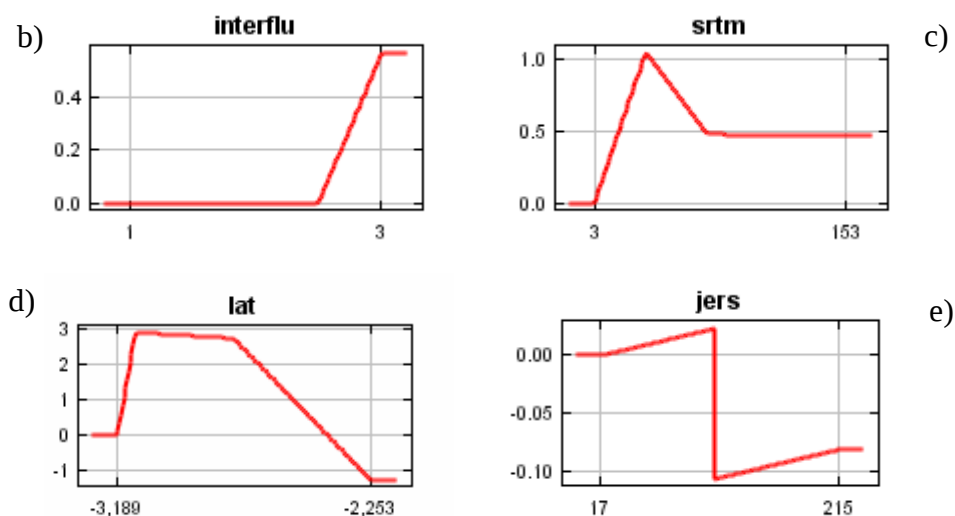
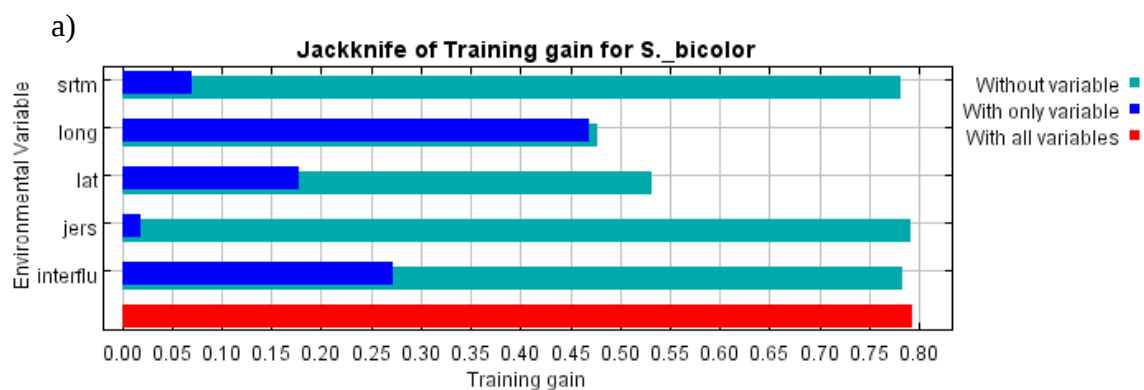


Figura 12 - Comportamento de cada uma das variáveis analisadas nos resultados apresentados.

Como resultado final apresentado pelo Maxent, também são gerados três testes Jackknife mostrando a importância de cada uma das variáveis sobre o mapa preditivo gerado. O primeiro teste utilizando somente os pontos usados para treino na análise preditiva de distribuição geográfica, o segundo somente com os pontos usados para teste (validação) e finalmente com todos os pontos de presença obtidos para cada espécie.



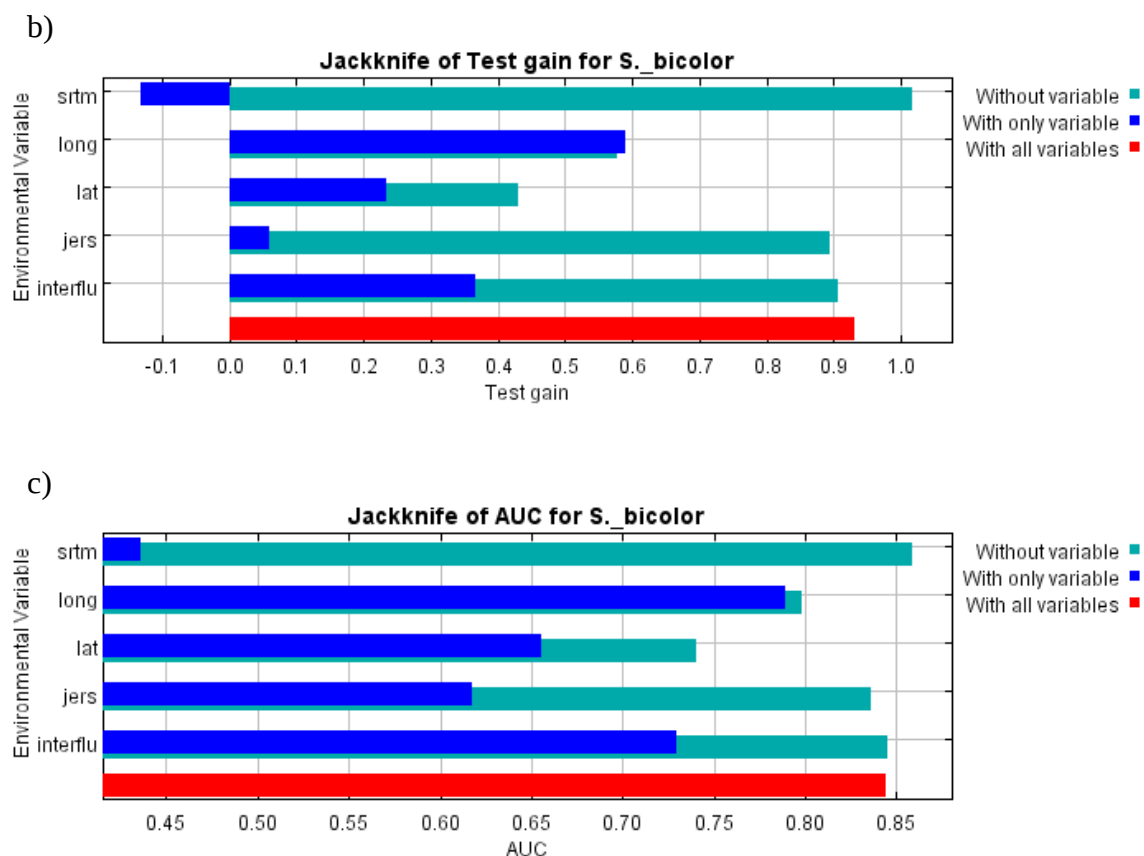


Figura 13 - **a)** teste Jackknife, utilizando somente pontos de treino, **b)** teste Jackknife, utilizando somente pontos de teste e **c)** teste Jackknife, aplicado a todos os pontos utilizados na geração do mapa preditivo da distribuição geográfica de *S. bicolor*.

A variável ambiental com alto ganho quando utilizada isoladamente é *longitude*, este resultado pode ser resumido pela ausência de *S. bicolor* em baixas latitudes dentro da área total analisada. A representatividade da variável *interfluvio* deve-se a ausência observada de *S. bicolor*, no interfluvio Urubu-Uatumã que está localizado a Leste, dentro da área analisada. Latitude demonstra a ausência de *S. bicolor* nas mais baixas latitudes dentro da área analisada.

S. midas

As maiores probabilidades de ocorrência de *S. midas* apresentadas no mapa preditivo gerado pelo Maxent, estiveram relacionadas à concentração dos pontos registrados, também está associada a terras altas no interfluvio 1 e fundos de vale no interfluvio 2. Pontos de ausência foram previstos acertadamente ao sul, assim como em áreas alagadas (várzeas e lagos), e ainda, pôde ser observada invasão sobre áreas ocupadas por *S. bicolor* com altas probabilidades de ocorrência de *S. midas* no interfluvio 1, a norte de Manaus, e com probabilidades moderadas no interfluvio 3 (figura 11).

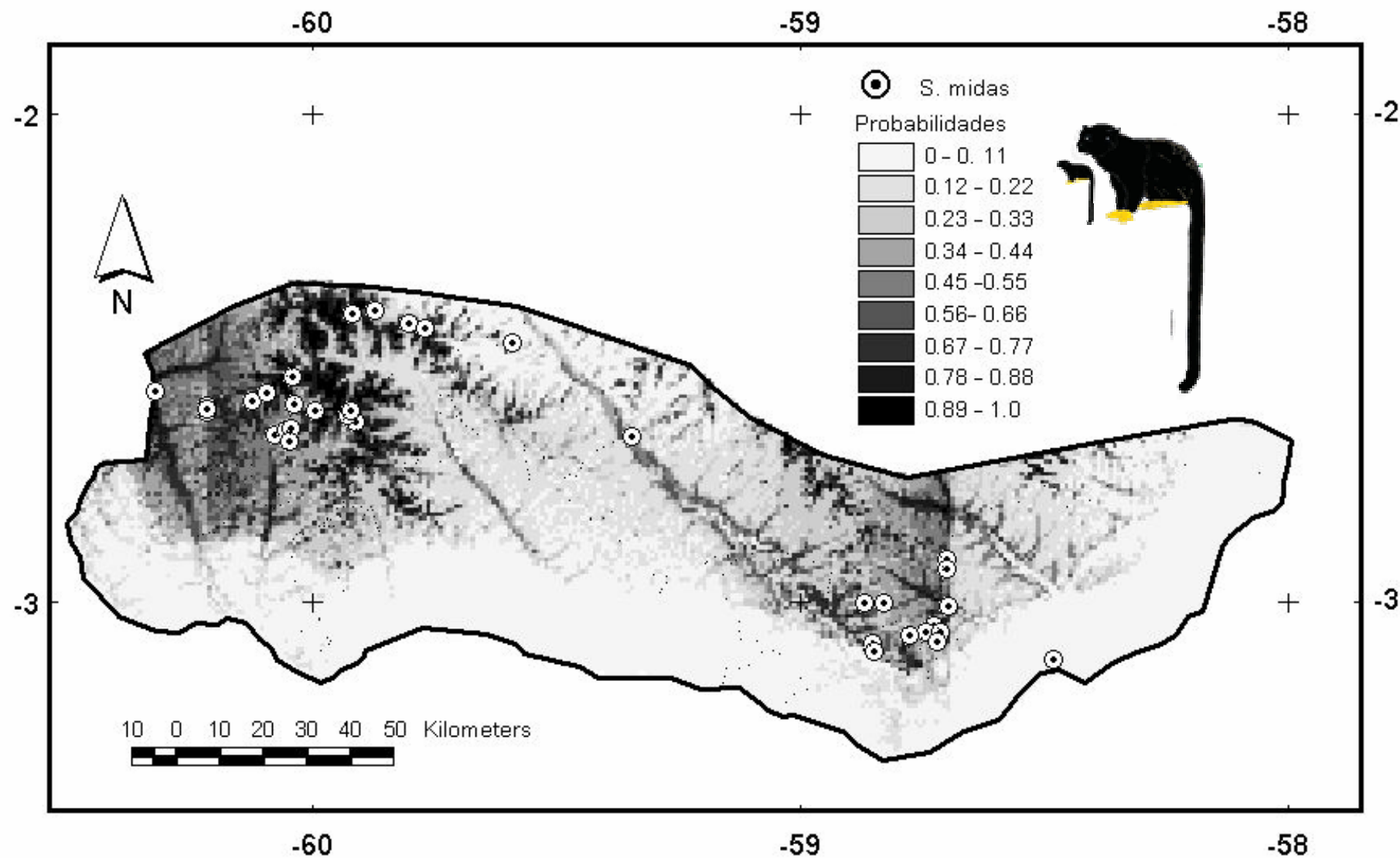


Figura 14 - Mapa de probabilidades de ocorrência para *S. midas* gerado pelo Maxent (Maximum Entropy).

Análises de omissão e comissão

O gráfico abaixo (Figura 15 a) mostra a taxa de omissão e área prevista como uma função do limite cumulativo. A taxa omissão deve estar próxima à omissão prevista para a validação do modelo, como o observado para *S. midas*.

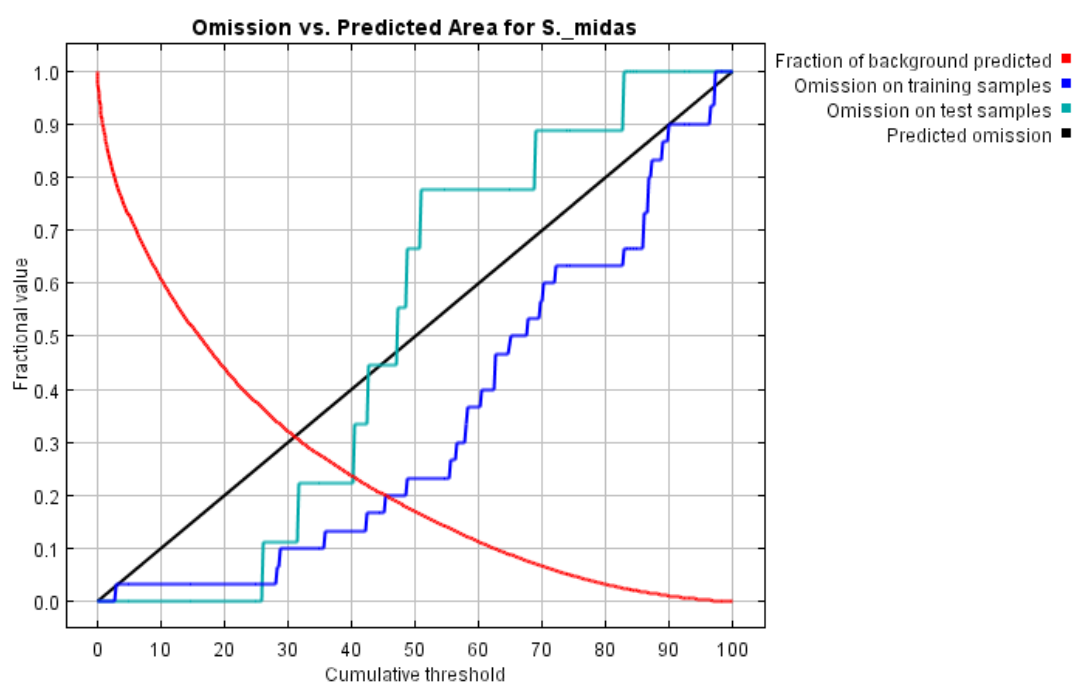


Figura 15 a - Gráfico demonstrando as omissões observadas para a análise feita para *S. midas*.

O próximo gráfico (Figura 15 b) mostra que a especificidade é definida utilizando a área prevista mais sensível que a predição aleatória, representando a eficiência do modelo gerado para *S. midas* (ver Phillips *et al.* 2006).

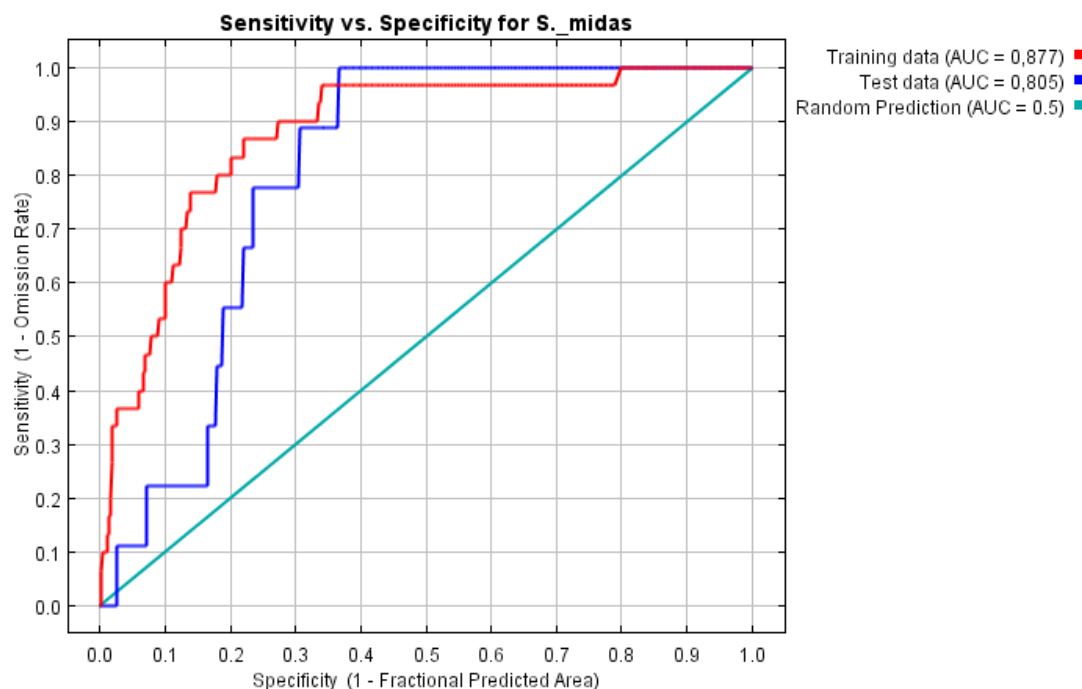


Figura 15 b - Gráfico demonstrando a sensibilidade da análise para *S. midas*.

Análise de importância das variáveis

As curvas a seguir mostram a influência de cada uma das variáveis sobre o resultado final da análise. Em contraste com *S. bicolor*, a curva interflu (Figura 16 a) mostra menor probabilidade de encontro de *S. midas* no interfluvio 3 devido ao baixo número de registros da espécie nesta área. Jers (Figura 16 b) indica maior probabilidade de encontro relacionada a vales, concordando parcialmente com srtm (Figura 16 c) que associa as maiores probabilidades a topo de platôs seguidos por fundo de vales. A curva lat (Figura 16 d) indica um aumento na probabilidade de encontro da espécie a medida que seguimos a norte. As menores probabilidades de ocorrência de *S. midas* nos pontos mais a leste, dentro da área estudada correspondem a ausências amostrais da espécie nesta região.

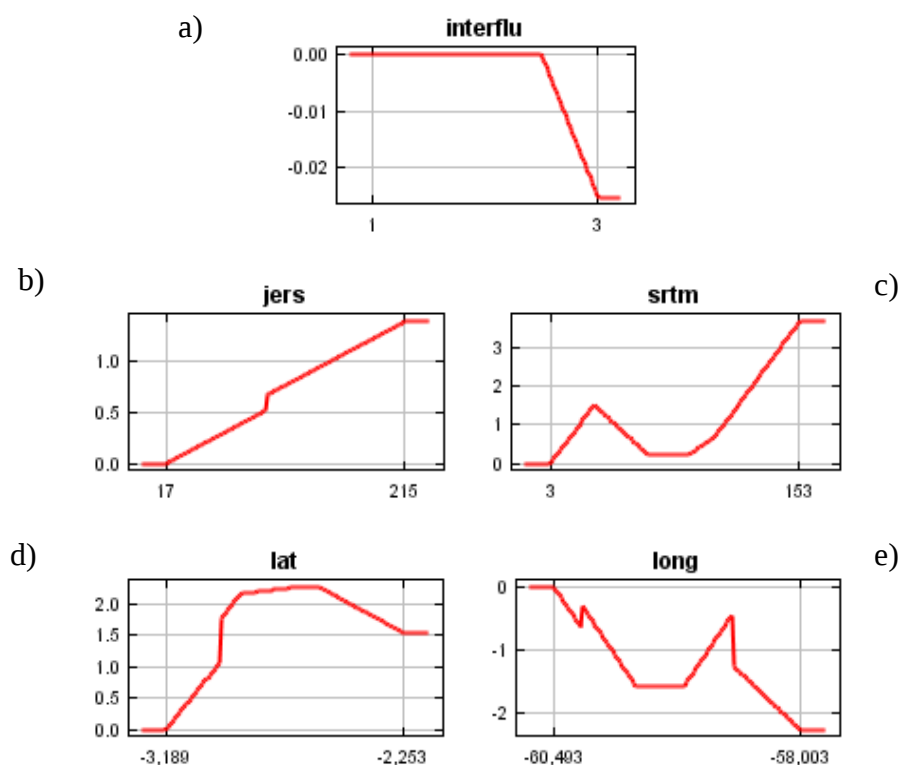


Figura 16 – Comportamento de cada uma das variáveis analisadas nos resultados apresentados para *S. midas*.

Como apresentado para *S. bicolor*, foram gerados pelo *Maxent* testes Jackknife demonstrando a influência de cada uma das variáveis analisadas neste estudo, sobre o resultado final da predição. O primeiro gráfico representa o teste Jackknife utilizando somente os pontos usados para treino na análise preditiva de distribuição geográfica, o segundo somente com os pontos usados para teste (validação) e finalmente com todos os pontos de presença obtidos para cada espécie.

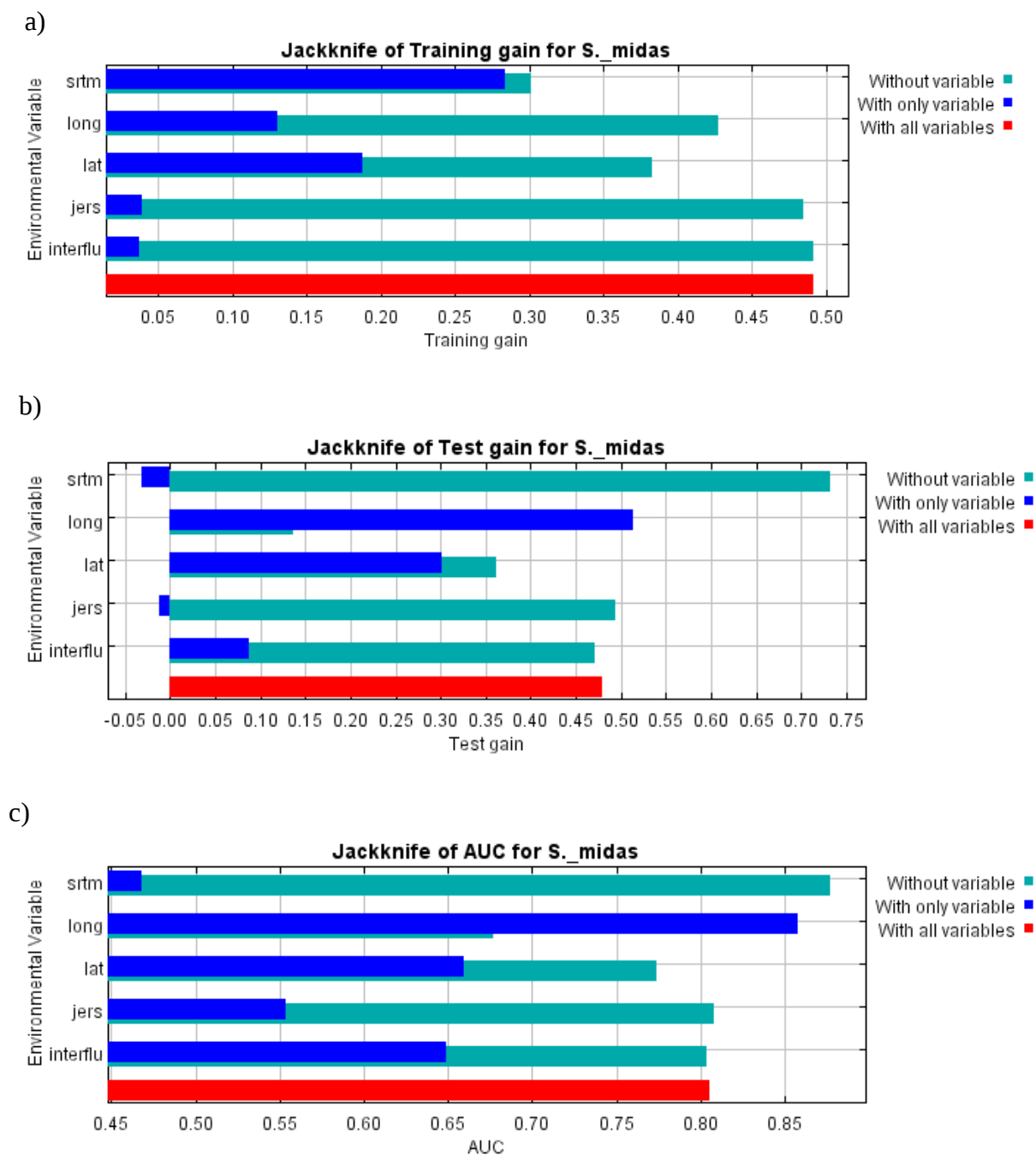


Figura 17 - **a)** teste Jackknife, utilizando somente pontos de treino, **b)** teste Jackknife, utilizando somente pontos de teste e **c)** teste Jackknife, aplicado a todos os pontos utilizados na geração do mapa preditivo da distribuição geográfica de *S. midas*.

A variável ambiental com alto ganho quando utilizada isoladamente é *longitude*, este resultado pode ser interpretado pela presença de *S. midas* em praticamente toda a extensão longitudinal dentro da área total analisada, os pontos não preditos com área

provável de ocorrência de *S. midas* deve-as a ausência de registros desta espécie nessas regiões. Latitude ganha importância já que *S. midas* ocorreu em praticamente toda a amplitude latitudinal. A representatividade da variável *interfluvio* deve-se a presença observada de *S. midas*, em todos os interfluvios considerados por este estudo

Zonas de contato entre as distribuições geográficas de S. midas e S. bicolor

O mapa de probabilidades de ocorrência das duas espécies, construído a partir dos dados gerados pelo Garp, mostrou ausência de contato entre as espécies no interfluvio 2 (Urubu-Uatumã), dada a ausência de registros de *S. bicolor*. Ainda, acertadamente previu a ausência deste contato em áreas próximas ao rio Amazonas. A previsão feita para áreas com mais de 70 % de probabilidade de ocorrência das duas espécies aparentemente corresponde a realidade de campo, excetuando-se a faixa mais a oeste deslocada um pouco mais a norte (figura 12). Aparentemente, no interfluvio 3 (Rio Preto da Eva- Rio Urubu) a área correspondente ao contato geográfico tem probabilidades acima de 40 %.

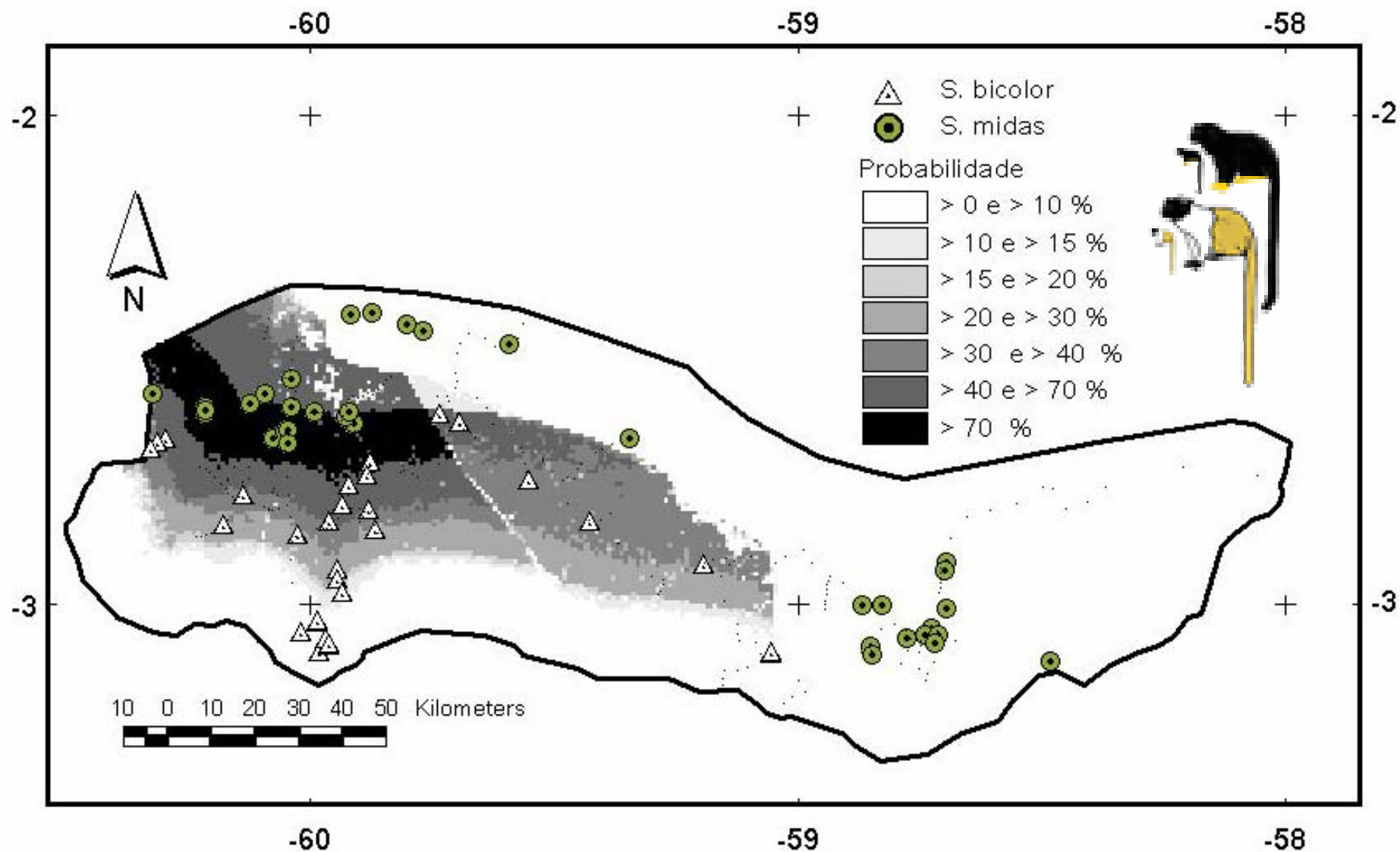


Figura 18 - Zonas de probabilidade de ocorrência das duas espécies, *S. midas* e *S. bicolor* de acordo com as análises geradas pelo Garp.

No mapa construído a partir dos dados gerados pelo Maxent, as áreas entre 40 e 70% de ocorrência das duas espécies, representam melhor a zona de contato esperada. As previsões com altas probabilidades foram feitas somente para o interfluvio 1 (Rio Cuieras- Rio Preto da Eva), estas ultimas foram bem mais conservadoras que as feitas pelo Garp. No interfluvio 3 a baixa probabilidade de detecção do contato deve-se ao baixo número de presenças das duas espécies. As baixas probabilidades de ocorrência de um contato geográfico foram acertadamente previstas em áreas a sul e norte do interfluvio 1 e em todo o interfluvio 2.

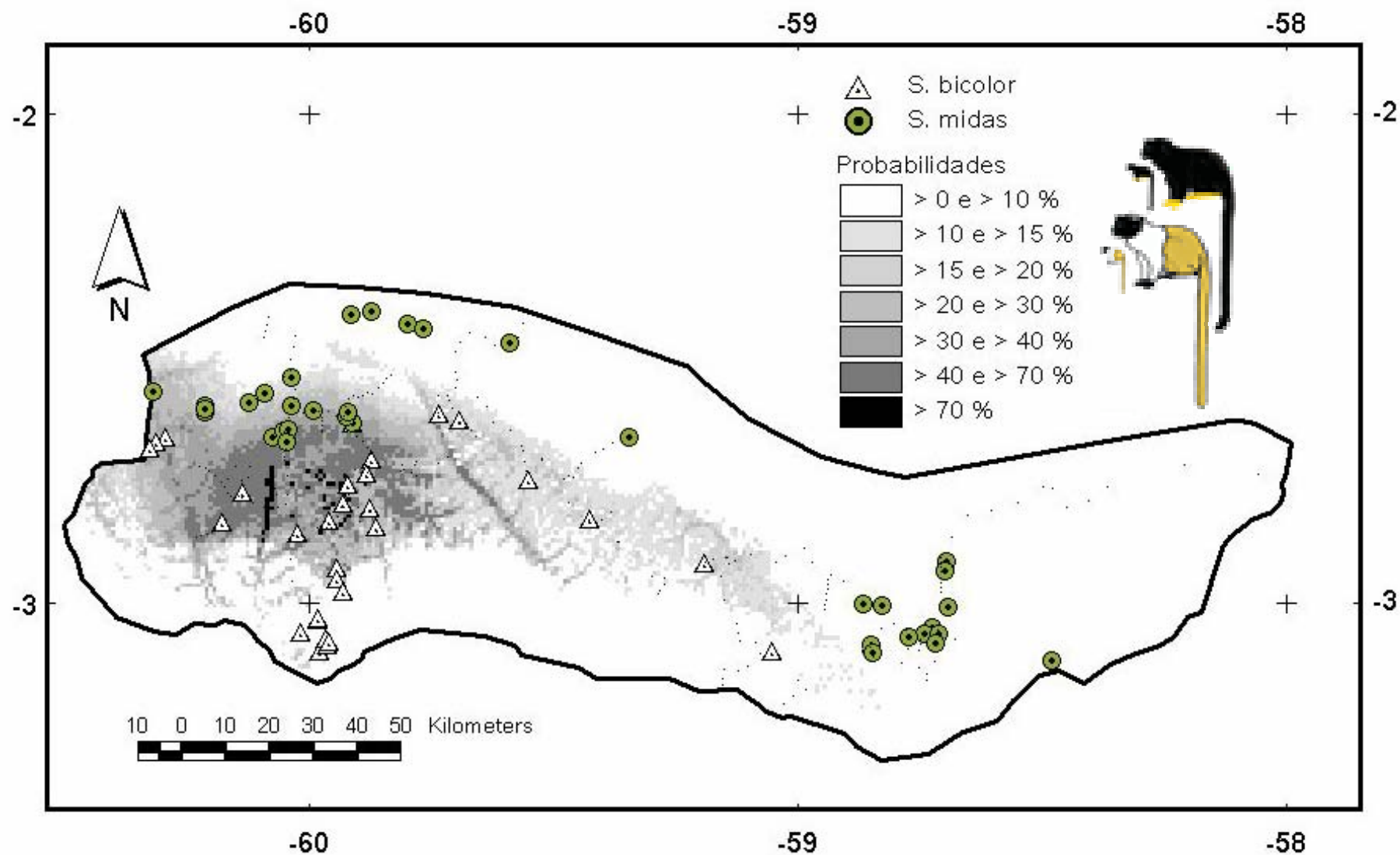


Figura 19 - Zonas de probabilidade de ocorrência das duas espécies, *S. midas* e *S. bicolor* de acordo com as análises geradas pelo Maxent.

Tabela 3 – Comparação entre as predições feitas pelo Garp e Maxent.

<i>tema</i>	<i>GARP</i>	<i>MAXENT</i>
Contato	- Previu área mais extensa de alta probabilidade de contato - Invasão mais acentuada pelas duas espécies - prevê probabilidade maior de coexistência	-Previu área pouco representativa de alta probabilidade de contato - Invasão menos acentuada pelas duas espécies - prevê probabilidade menor de coexistência
Distribuição geográfica	- Área de distribuição maior do que a esperada para as duas espécies - previsão concordante em relação à presença das duas espécies nos interfluvios	- Área de distribuição menor do que a esperada para as duas espécies. - previsão concordante em relação à presença das duas espécies nos interfluvios
Continuidade	Prevista com continuidade somente para <i>S. bicolor</i> e descontínua para <i>S. midas</i>	Prevista com continuidade somente para <i>S. bicolor</i> e descontínua para <i>S. midas</i>

Para a comparação entre os métodos Garp e Maxent na predição da área de contato entre as duas espécies, foi feito um teste Qui-quadrado, que evidenciou que a predição feita pelo Garp apresentou um número maior de pixels (área) com alta probabilidade de ocorrência das duas espécies, sugerindo que área de contato entre as espécies é significativamente maior que a prevista pelo Maxent. Este apresentou um maior número de pixels com baixa probabilidade de ocorrências das duas espécies (figura 14), evidenciando o contato previsto com mais de 70 % de chance, a uma área bastante restrita (figura 13). Os resultados apresentados pelo Maxent mostraram-se mais conservadores em relação ao Garp.

Tabela 4 - Valores esperados do teste Qui-quadrado aplicado aos dados de contato nas distribuições geográficas das espécies (Pearson Qui-quadrado = 2557.506; $p < 0.001$)

Probabilidade de contato	GARP	maxent
< 10%	1.426E4	1.425E4
> 10< 15 %	1.065E3	1.064E3
> 15< 20 %	565.153	564.847
> 20< 30 %	1.234E3	1.234E3
> 30< 40 %	1.320E3	1.320E3
> 40< 70 %	1.347E3	1.347E3
> 70 %	558.151	557.849

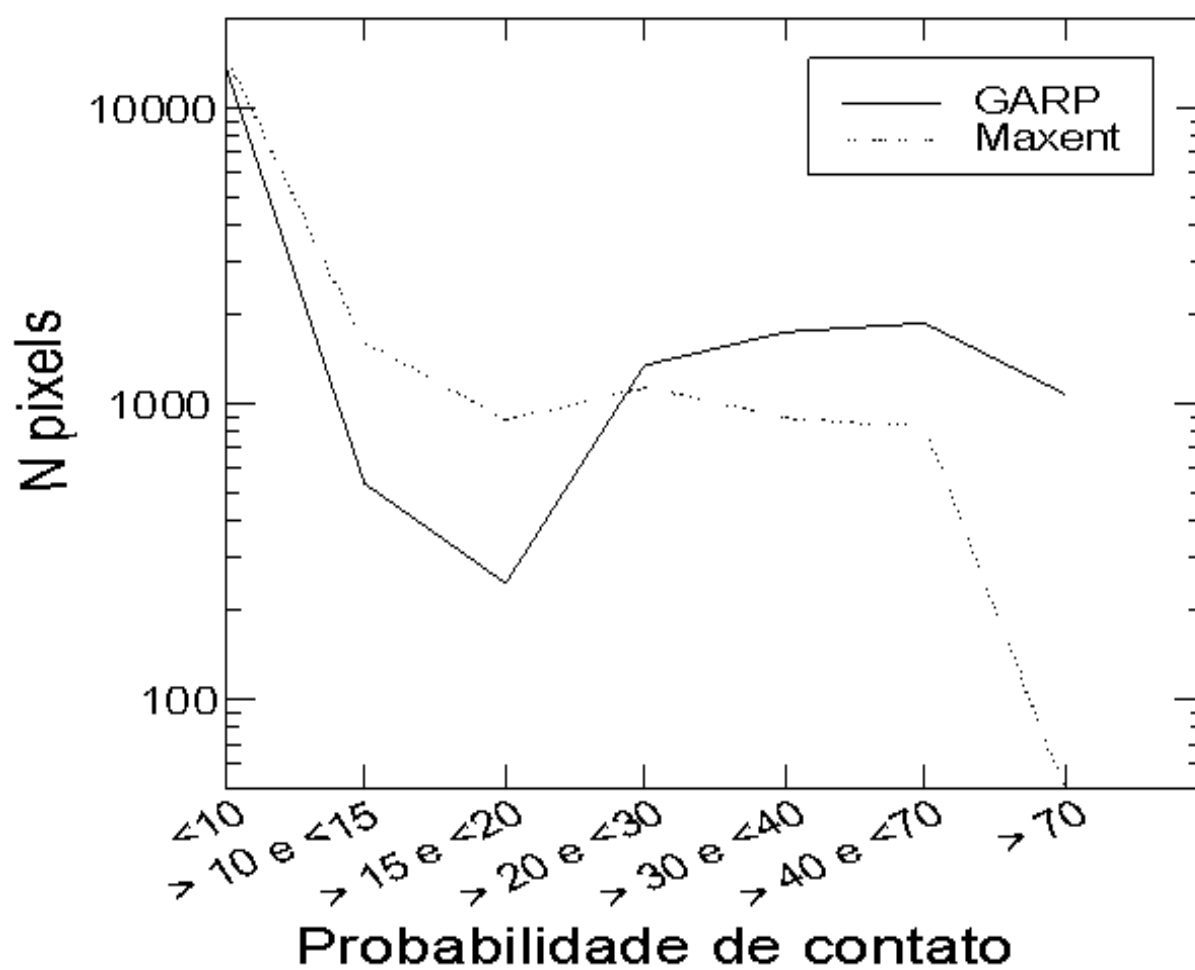


Figura 20 – Gráfico mostrando a variação no número de pixels com as diferentes probabilidades de ocorrência das duas espécies de *Saguinus*, pelos dois métodos aplicados.

Mudança na distribuição geográficas das espécies

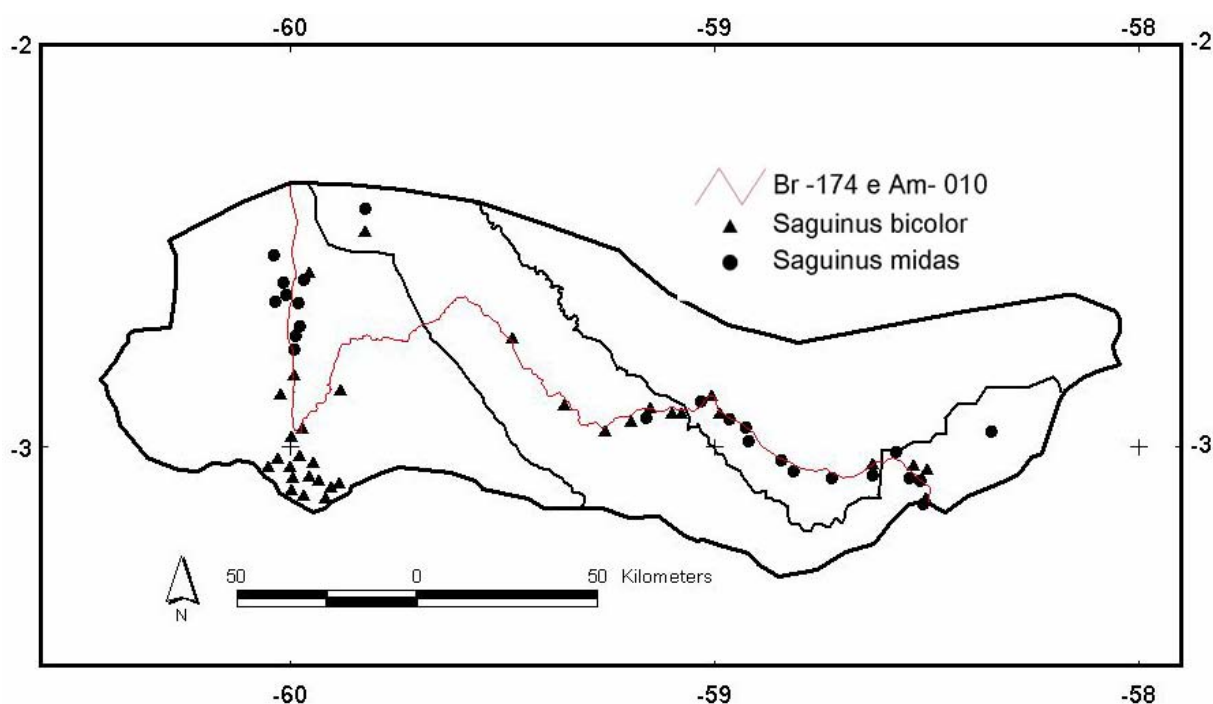


Figura 21 - Mapa modificado de Ayres *et al.* 1982 e utilizado para avaliar a mudança na distribuição geográfica das espécies.

O mapa de probabilidades de ocorrência de *S. bicolor* produzido com os pontos apresentados por Ayres *et al.* (1982) apresentou alta probabilidade de ocorrência na região de Manaus (figura 22), efeito provavelmente decorrente de uma alta concentração de registros da espécie dentro do que atualmente corresponde à área urbana. A distribuição mostrou-se também associada a áreas baixas e, contrastando com os dados atuais, ocupando os três interflúvios amostrados, sendo que nos interflúvios 2 e 3 a distribuição prevista localiza-se mais ao sul e com probabilidades inferiores às apresentadas em Manaus. Pode ser observado também que a distribuição prevista de *S. bicolor* invade levemente a distribuição de *S. midas*, especialmente ao longo da BR-174 (figura 16).

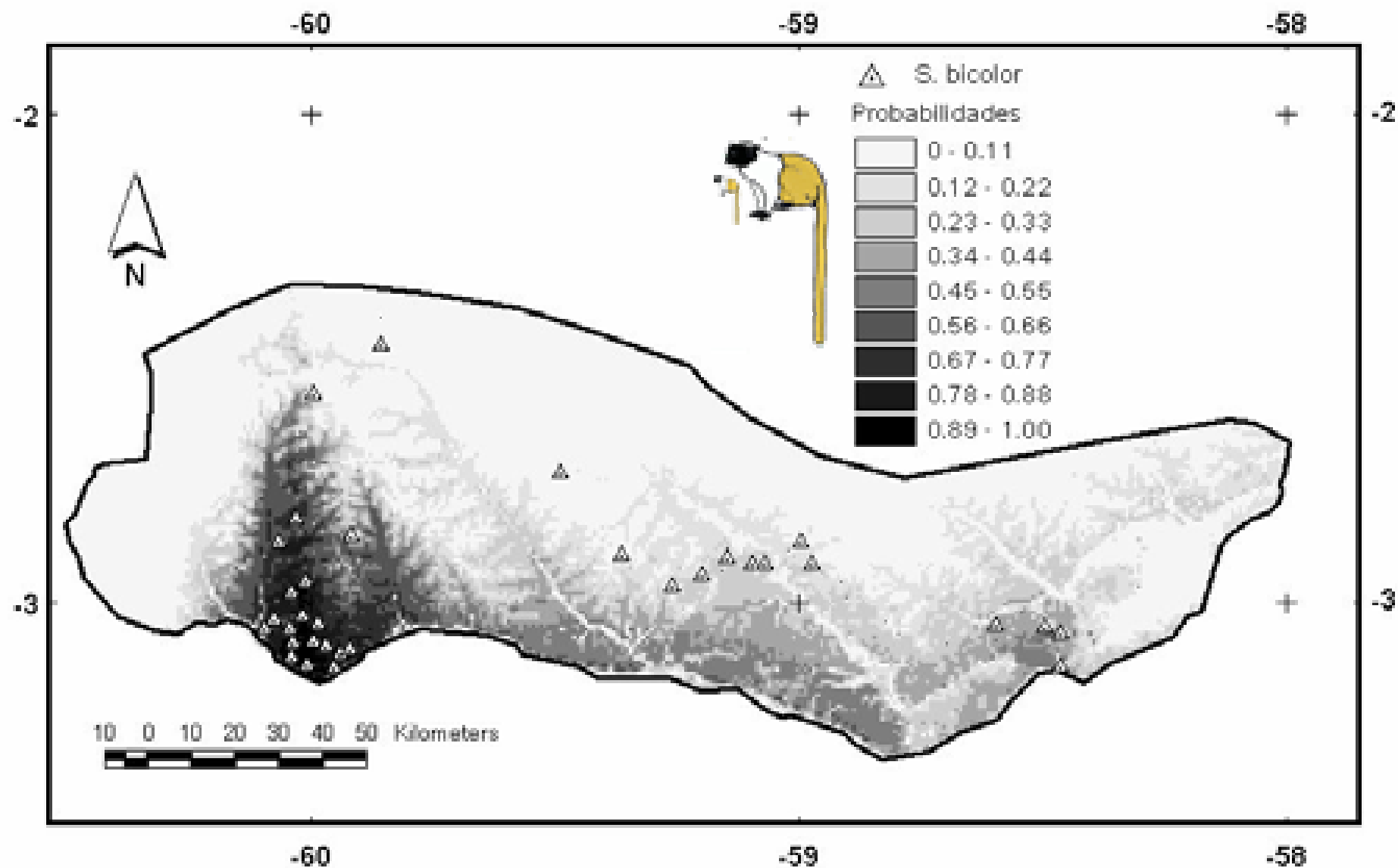
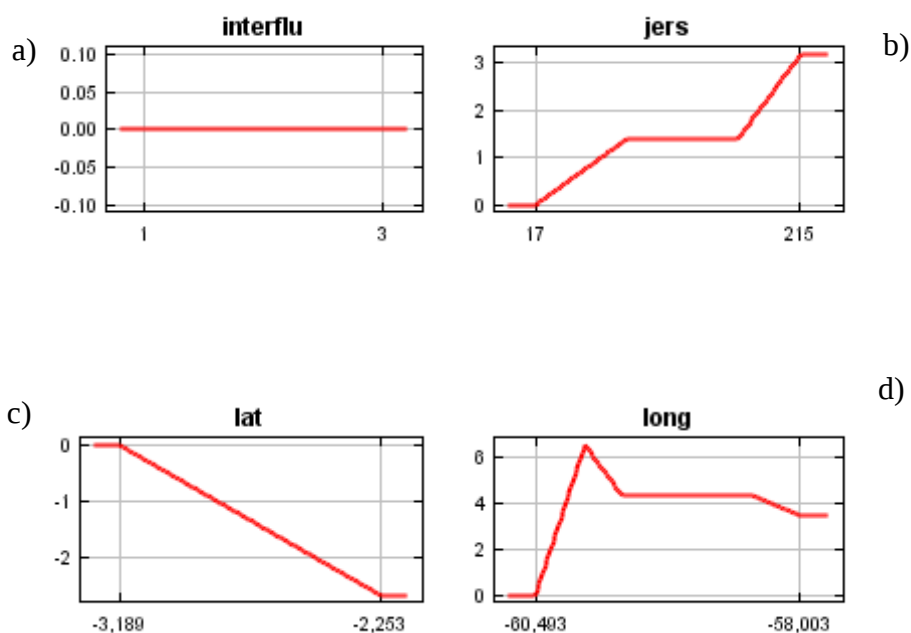
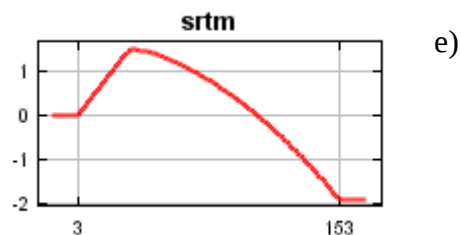


Figura 22 - Mapa de probabilidades de ocorrência para *S. bicolor* gerado pelo Maxent, baseado nos dados obtidos por Ayres *et al.* (1982).

Evidenciando a presença de *S. bicolor* nos três interflúvios, a variável interflúvio (Figura 23 a) mostrou-se pouco representativa para os dados apresentados por Ayres *et al.* (1982). A curva jers (Figura 23 b) mostrou padrão diferente do apresentado para os dados atuais e provavelmente esta incoerência representa a importância das características do conjunto de pontos com presença da espécie para o resultado final da predição, já que esta é realizada partindo das características dos ambientes onde presenças da espécie foram obtidas. As curvas lat e long (Figura 23 c e d), geradas com os dados da década de 1980, mostraram padrões semelhantes aos dados atuais, no entanto com probabilidade de ocorrência de *S. bicolor* elevada em baixas latitudes, indicando a presença da espécie a leste do Rio Urubu. A diferença observada na curva srtm (Figura 23 e), comparando com os dados atuais, pode também refletir as características do conjunto de dados de entrada nas predições.





e)

Figura 23 – Comportamento de cada uma das variáveis analisadas com os dados apresentados por Ayres *et al* 1980 para *S. bicolor*.

A ocorrência prevista para *S. midas* dentro da área analisada se deu nos três interfluvios com probabilidades de ocorrência acentuadas nos interfluvios 1 e 2. Uma área excessiva foi prevista invadindo a distribuição geográfica de *S. bicolor* erroneamente, e a distribuição foi fortemente condicionada a longitude, dada a presença da espécie em toda a amplitude amostrada, onde as maiores probabilidades de encontro de *S. midas* foram condicionadas pela concentração nos pontos de registro. De maneira geral o modelo teve um ajuste ruim com os dados observados na natureza.

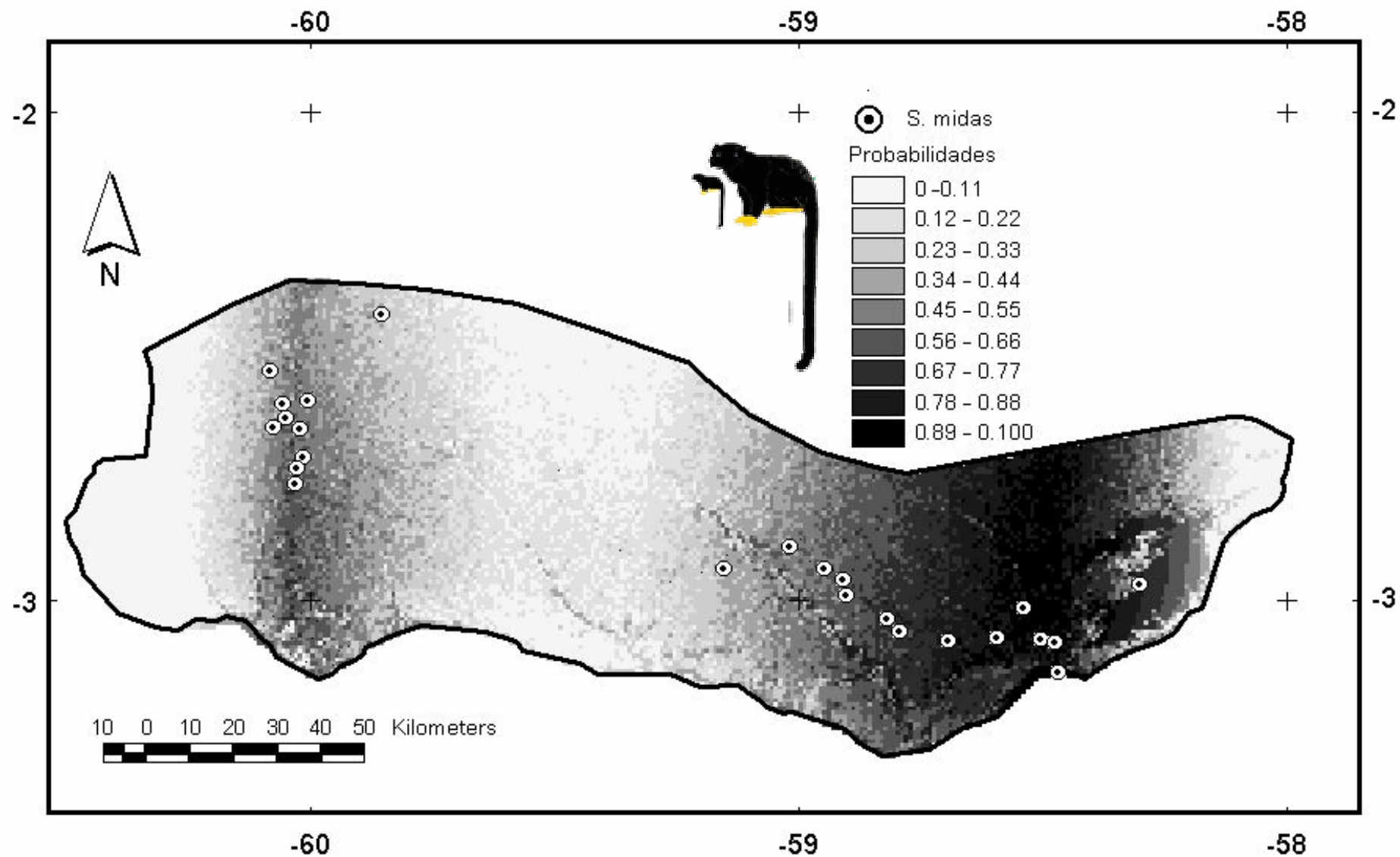


Figura 24 - Mapa de probabilidades de ocorrência para *S. midas* gerado pelo Maxent, baseado nos dados obtidos por Ayres *et al.* (1982).

A curva interfluvios (Figura 25 a), ao contrário dos dados atuais, demonstra alta probabilidade de encontro de *S. midas* no interflúvio 3 (Rio Preto da Eva- Rio Urubu), decorrente de um número relativamente alto de presenças de *S. midas*. As diferenças observadas nas curvas jers e srtm (Figura 25 b e c), quando comparadas aos dados atuais podem também estar refletindo as características do conjunto de dados de entrada nas predições, assim como o observado para *S. bicolor*. A curva lat (Figura 25 d), assim como os dados atuais relacionam a distribuição de *S. midas* a latitudes mais a norte no interflúvio rio Cuieras - rio Preto da Eva c rio Preto da Eva – rio Urubu, com aumento na probabilidade de ocorrência a sul a medida que a longitude declina (Figura 25 e), indicando que no interflúvio rio Urubu – rio Uatumã *S. midas* ocorre em uma amplitude latitudinal significativamente maior neste interflúvio.

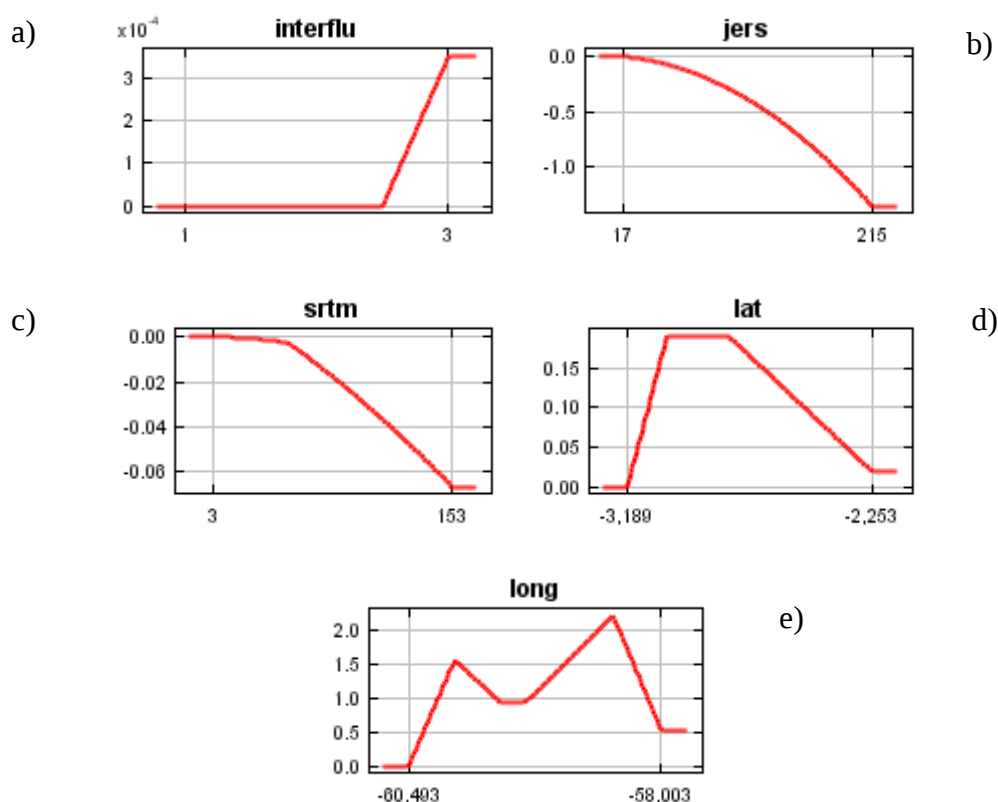


Figura 25 – Comportamento de cada uma das variáveis analisadas com os dados apresentados por Ayres *et al* 1982 para *S. midas*.

Análise descritiva das distribuições geográficas das espécies

O mapa de distribuições das espécies gerado a partir de todos os pontos com presenças das espécies e ainda com as localidades onde elas foram mencionadas em entrevistas, apresentou uma área total de 7890 km², valor superior as áreas representadas pelo Garp (5897 km²) e pelo Maxent (7504 km²). Esta área superior deve-se principalmente a inclusão dos pontos de entrevista (responsáveis pela ampliação da distribuição de *S. bicolor* na região de provável contato com *S. midas* – Figura 26) e ao preenchimento de áreas localizadas próximas ao rio Amazonas, que tiveram probabilidades de ocorrência entre 0 e 10 % pelos dois métodos de modelagem preditiva.

Assim como o demonstrado nos mapas gerados pelos dois métodos de modelagem preditiva e sugerido por Subirá (1998), a distribuição geográfica atual de *S. bicolor*, é limitada a leste pelo rio Urubu, a oeste pelo rio Cueiras e a norte pelo contato com *S. midas* que está localizado a aproximadamente 50 km de distância dos rios Negro e Amazonas (figura 26). A região localizada a leste do rio Urubu, onde no passado (Ayres et al. 1982) *S. bicolor* foi registrado, deve ser exaustivamente amostrada para a confirmação da ausência atual da espécie.

A área a sul do rio Urubu (em branco na figura 26), corresponde a uma extensa área dominada por várzeas e possivelmente constitui uma barreira natural para a dispersão das duas espécies de *Saguinus* enfocadas neste estudo. Alguns estudos têm sugerido a substituição das espécies de *Saguinus* por *Saimiri* em áreas de várzea (Ayres, 1986; Haugaasen e Peres, 2005) em decorrência de qualidade de hábitat.

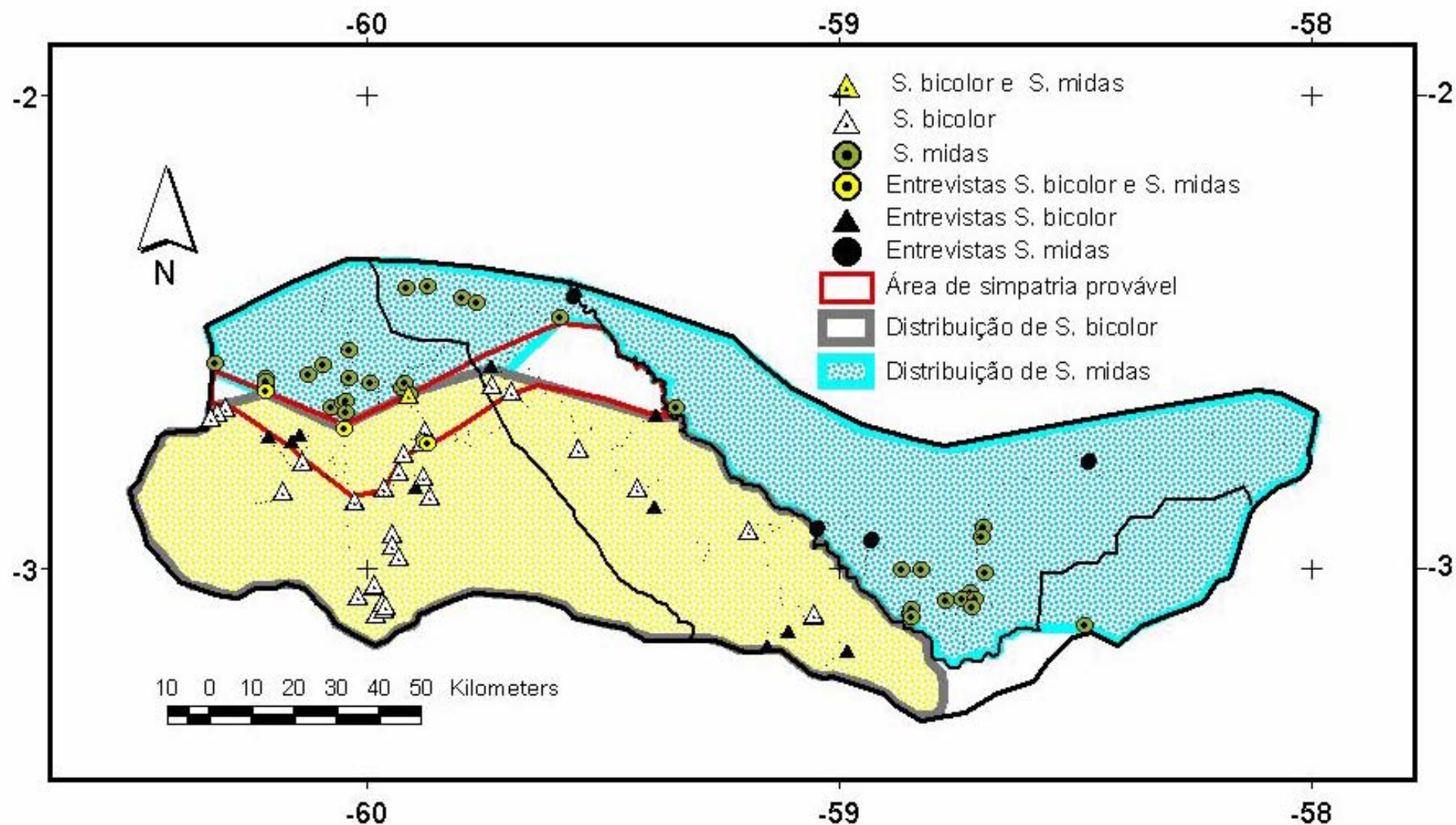


Figura 26 – Polígonos das distribuições geográficas de *S. bicolor* e *S. midas* com os pontos de avistamentos e entrevistas do presente estudo.

V. Discussão

Considerações quanto às predições

Os mapas preditivos gerados utilizando os dois métodos foram muito semelhantes entre si, no entanto *Maxent* apresentou uma maior associação da distribuição de *S. midas* aos componentes de relevo SRTM. Este resultado deve-se principalmente a uma concentração de pontos amostrais em áreas de platôs (topo de morro).

Alguns erros por omissão em ambos são decorrentes de falhas na amostragem, já que na maioria dos pontos amostrados, nenhuma das duas espécies foi registrada. Em ambos os modelos ocorreram também erros por comissão em relação à distribuição real das espécies. Este tipo de erro era esperado de acordo com a hipótese alternativa, indicando que, de acordo com as variáveis analisadas não existe uma diferença significativa entre os componentes do habitat a ponto destes atuarem como agente condicionador das distribuições geográficas das espécies de *Saguinus* na região.

Com ambos os métodos, a área de contato nas distribuições geográficas aparentemente foi superestimada pelo Garp com valores superiores a 70% de chance de ocorrência das duas espécies e pelo Maxent com valores superiores a 40 % de chance de ocorrência das duas espécies.

Interpretação ecológica

O Nicho Fundamental de uma espécie consiste no conjunto de todas as condições ambientais que permitem sua sobrevivência por muitas gerações. O nicho realizado é a parte do Nicho fundamental efetivamente ocupada pela espécie (Hutchinson 1957). O Nicho Realizado pode ser menor que o nicho fundamental devido a interferências bióticas ou antropogênicas como, por exemplo, competição, predação ou desmatamento e queimadas (Anderson e Martinez-Meyer, 2004).

Diante do contexto acima apresentado, o nicho realizado por *Saguinus bicolor* parece estar sendo condicionado pela interação com *S. midas*, já que de acordo com os modelos gerados pelos dois métodos (GARP e MAXENT), o nicho realizado é substancialmente menor que o nicho fundamental. É importante ressaltar que o conceito de nicho fundamental de *S. bicolor* discutido aqui, corresponde ao nicho fundamental gerado partindo das variáveis ambientais consideradas neste estudo. Não é descartada a hipótese de existir uma variável ambiental condicionante das distribuições, não tratadas por este estudo.

Em comparação, os dados atuais (este estudo) demonstram a exclusão de *S. bicolor* da margem esquerda do Rio Urubu, confirmando o sugerido por Subirá (1998). Apesar de esta exclusão ter sido observada nestes dois estudos, não pode ser descartada a possibilidade de terem sido observadas falsas ausências de *S. bicolor* em ambos os casos durante as amostragens.

No entanto mais de 30 % dos pontos obtidos em 1980 à margem esquerda do Rio Urubu, correspondem a registros de *S. bicolor*, no presente estudo todos os quinze registros de saúns obtidos nesta mesma região corresponderam a grupos de *S. midas*, corroborando o sugerido por Subirá (1998). Em contraste, seguindo esta linha de

raciocínio, em 1980 Ayres et al. (1982) aparentemente encontraram uma situação de tomada recente, por *S. midas*, de áreas anteriormente ocupadas por *S. bicolor*, quando então grupos de *S. bicolor* persistiam praticamente envoltos por *S. midas*. Amostragens exaustivas devem ser conduzidas na região acima referida a fim de obter registros de *S. bicolor*, já que uma eventual presença da espécie nesta área implicaria inicialmente na invalidação de toda a discussão sobre flutuação nas distribuições geográficas dessas duas espécies de *Saguinus*. De acordo com os dados obtidos neste estudo e confirmando o observado por Subirá (1998), *S. bicolor* atualmente está provavelmente ausente à margem esquerda do Rio Urubu (figuras 27 a e b e 28 a), representando uma redução na distribuição geográfica quando comparado com Ayres et al. (1982) (figura 28 b).

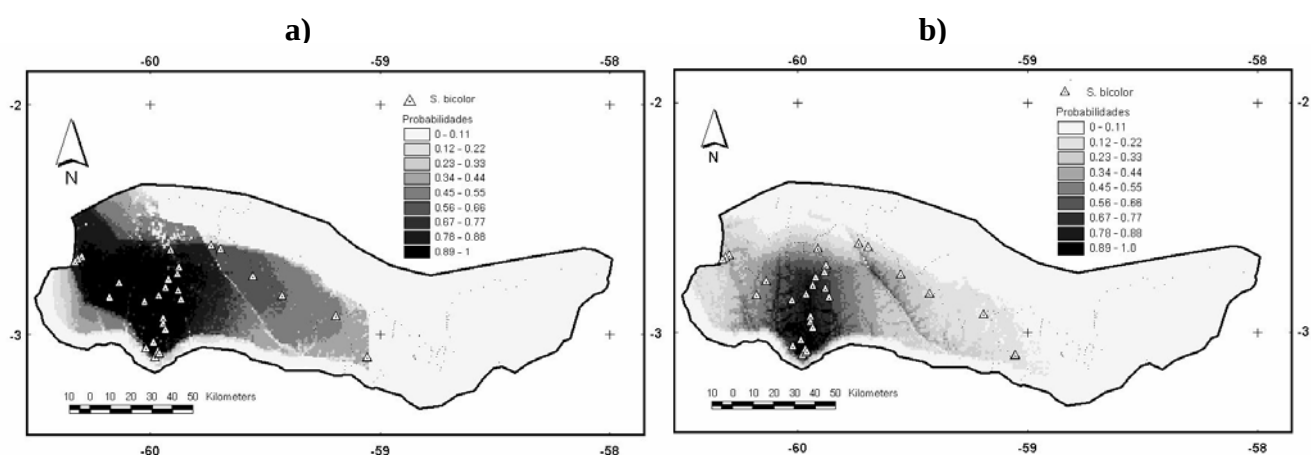


Figura 27 - Mapas preditivos gerados pelo GARP (a) e pelo Maxent (b) utilizando os dados obtidos neste estudo, representando a modelagem da distribuição geográfica de *S. bicolor* atual (2006).

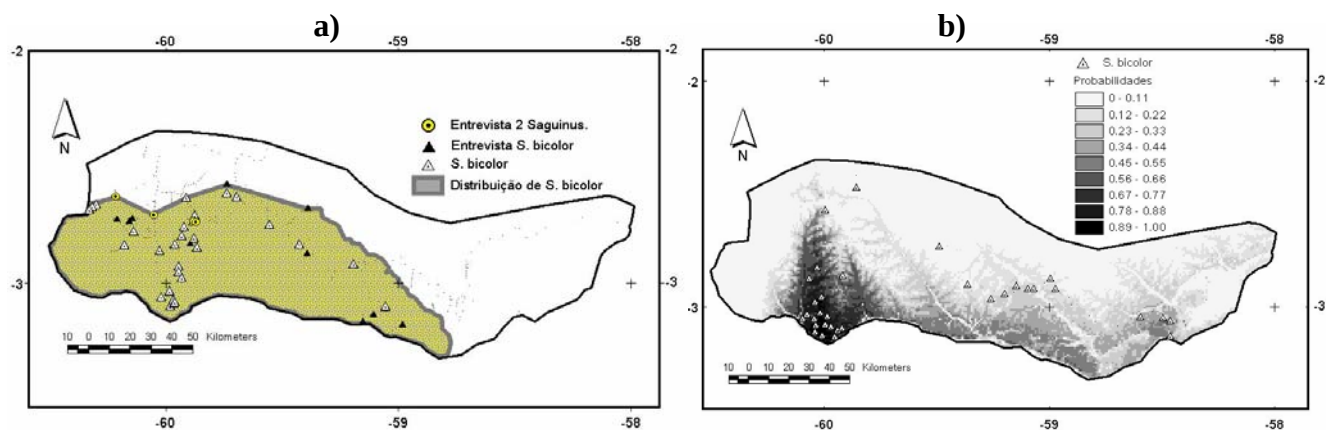


Figura 28 - **a)** Análise descritiva da distribuição geográfica atual de *S. bicolor* (2006).
b) Mapa preditivo gerado a partir dos dados obtidos por Ayres et al 1982, representando a modelagem da distribuição geográfica de *S. bicolor* em 1982.

Informações adicionais

Não foram observadas interações agressivas entre *S. midas* e *S. bicolor* durante este estudo, sugerindo que é pouco provável que este tipo de interação esta determinando a segregação espacial observada nessas duas espécies. De acordo com os resultados obtidos neste estudo, interações agressivas determinando a possível expansão territorial de *S. midas* é mais provavelmente exceção do que regra, desde que os registros de associação foram sempre de interação pacífica, e apesar disto, a expansão territorial de *S. midas* parece mesmo estar ocorrendo, devido a atual ausência de *S. bicolor* em localidades onde no passado foi registrada (ver Ayres *et al.* 1982).

Interações agonísticas entre grupos distintos de *S. bicolor* são muito comuns, tanto em fragmentos urbanos como em contínuo florestal, o mesmo tem sido observado para *S. midas* (excetuando-se fragmentos urbanos), onde intensas disputas vocais ocorrem, mas agressões físicas não foram observadas neste estudo. Diante dessas observações, a defesa territorial intra-específica parece ser mais intensa que a inter-específica, desde que apesar de um baixo número de registros (4), 100% de interação pacífica foi observada (Rohe *et al* em prep). No entanto Subirá (1998) baseada em comunicações pessoais, relata que quando em contato, indivíduos dessas duas espécies, invariavelmente iniciam *display* agonístico, podendo chegar a agressão física.

Estudos moleculares e ecológicos mais aprofundados estão sendo conduzidos para um melhor entendimento desta interação inter-específica que envolve uma das espécies mais endêmicas e ameaçadas de extinção entre os primatas Neotropicais, e suas relações com o amplamente distribuído *Saguinus midas*. Esta relação pode ser determinante para a conservação de *S. bicolor* na natureza.

Respostas sobre as relações ecológicas entre *S. bicolor* e *S. midas*, além de fundamentais e urgentes para a conservação de *S. bicolor*, apresentam uma ganho em importância desde que um processo similar pode estar ocorrendo com *S. m. martinsi* e *S. m. ochraceus*, visto que de acordo com os padrões de distribuição apresentados por essas duas subespécies de *S. martinsi*, também sugerem uma zona de contato com *S. midas* (Hershkovitz, 1977, Ayres *et al.* 1982, Subirá 1998; ver Auricchio 1995).

Em resposta à frágil situação de conservação atribuída a *S. bicolor*, quatro das cinco recomendações feitas em Ayres *et al.* (1982), em relação à conservação da espécie, vem sendo contempladas desde então, continuando com os estudos de Egler (1983, 2000), nos últimos anos pelo Projeto Sauim de Coleira e contando agora também com este estudo. A quinta recomendação, que diz respeito às duas subespécies de *Saguinus martinsi*, também foi recentemente iniciada com *Saguinus m. martinsi* (Oliveira *et al.* 2004) e *Saguinus m. ochraceus* (A. Moraes com. pess.).

Conservação de Saguinus bicolor

Os valores de área da distribuição mundial de *S. bicolor* variaram de acordo com o método aplicado, a média entre os três métodos foi de 7070 km² e representa um dos endemismos mais acentuados entre os primatas neotropicais (ver *C. flavius* - Oliveira e Langguth 2006 e *Leontopithecus* ssp.) sendo que os exemplos citados, provavelmente têm distribuições geográficas extremamente restritas atualmente em decorrência da exclusão de habitats dentro de suas respectivas distribuições geográficas, ao contrario de *S. bicolor* que tem, de forma natural, um endemismo extremamente acentuado (ver *Saimiri vanzolini*).

Dentro de pouco mais de 7000 km² de área de distribuição de *S. bicolor*, ainda devem ser descontadas a área urbana de Manaus (cerca de 330 km²) e toda a área destinada à agricultura e pecuária ao longo da BR-174 e da AM-010.

O fato preocupante sobre a conservação de *S. bicolor* é que toda a expansão urbana e agrícola de Manaus tende a se dar em áreas de ocorrência da espécie, já que a proximidade da sede do município e a malha viária existente favorecem a ocupação, em relação a áreas mais distantes (fora da distribuição de *S. bicolor*).

Contraditoriamente, dos 2.570.368 ha destinados à conservação da biodiversidade na região de entorno de Manaus, apenas a 67.518 ha estão localizados dentro da distribuição geográfica da espécie, que talvez seja o representante mais ameaçado da diversidade local e que ocupa pouco mais de 7.000 km² de área de distribuição mundial, o sauim-de-coleira *S. bicolor*.

Atualmente, as unidades de conservação que abrigam grupos de *S. bicolor* são a APA do Rio Negro (margem esquerda, setor Tarumã-açu/Tarumã-mirim - 56.793 ha) e a Reserva Ecológica Sauim-Castanheira cerca de 95 ha. Esta última além de ter tamanho insignificante, é um fragmento urbano onde a sub-população de *S. bicolor* encontra-se isolada. É necessária a mudança de categoria de conservação da APA do Rio Negro setor Tarumã-açu / Tarumã-mirim, para a efetiva conservação dos habitats desta região.

Ainda duas reservas pertencentes ao INPA abrigam populações de *S. bicolor*, a Reserva Florestal Adolfo Ducke com 10.000 ha (limite nordeste da área urbana de Manaus) e a Reserva Florestal Walter Egler com 630 ha.

A criação de Unidades de Conservação de proteção integral em áreas que assegurem a manutenção da espécie na natureza deve ocorrer de forma urgente e direcionada prioritariamente a conservação de *S. bicolor*, utilizando-a para justificar a

conservação de amplas áreas de vegetação nativa, fazendo uso do conceito de espécie guarda-chuva (Roberge e Algelstam, 2004).

Também *S. bicolor* parece estar perdendo habitats para *S. midas* de acordo com a comparação dos dados atuais com os apresentados em Ayres *et al* (1982). Apesar da ausência da espécie a leste do rio Urubu, observada neste estudo e por Subirá (1998), não garantir a sua ausência de fato na região, representa um indicio de que provavelmente poucos grupos de *S. bicolor* lá habitam atualmente. Enquanto esta perda de área parece estar representada desde rio Urubu até o município de Itacoatiara, a leste do Rio Urubu, a oeste deste mesmo rio a comparação entre dados pretéritos com os atuais não demonstram mudança significativa. Exceto por um registro de *S. bicolor* obtido pouco a sul da ZF-3 (ponto mais a norte de *S. bicolor*) por Ayres *et al.* (1982), onde atualmente somente *S. midas* tem sido observado. Esta região é frequentemente visitada por pesquisadores e funcionários do PDBFF/INPA e mesmo profissionais que trabalham a muitos anos na área relatam jamais terem visto *S. bicolor* na região.

VI. Conclusões

Como esperado pela hipótese alternativa as predições extrapolaram as distribuições reais das duas espécies, indicando que os fatores analisados neste estudo não são determinantes para a separação geográfica observada para *S. bicolor* e *S. midas*, a zona de simpatria e ainda, a associação das duas espécies em bandos mistos reforçam essa idéia.

A observação de grupos compostos pelas duas espécies trás uma nova perspectiva a respeito da interação entre *S. midas* e *S. bicolor* como fator condicionante da segregação espacial observada para as espécies. Estudos anteriores sugerem que esta interação seria agressiva, onde *S. midas* invariavelmente ataca *S. bicolor*, levando assim vantagem competitiva.

A distribuição geográfica de *S. bicolor* mostrou-se bastante reduzida em relação à década de 1980, quando já existia a preocupação com a conservação da espécie. A aparente perda de território, para o amplamente distribuído *S. midas*, aliada ao crescimento urbano e agrícola em áreas de presença exclusiva de *S. bicolor*, representam as principais ameaças às populações de *S. bicolor* na natureza.

Dois dos três métodos aplicados para estimar a distribuição geográfica mundial de *S. bicolor* mostraram valores pouco superiores (7890 km² e 7504 km²) a estimativa de 7500 km² feita por Subirá (1998).

VI. Referências Bibliográficas

- Albuja, L. V. 1994. Nuevos registros de *Saguinus tripartitus* en la Amazonia Ecuatoriana. *Neotropical Primates*, 2(2): 8-10.
- Anderson, R. P. e Martinez-Meyer, E. 2004. Modeling species geographic distributions for preliminary conservation assessments: an implementation with the spiny pocket mice (*Heteromys*) of Ecuador. *Biological Conservation*, 116: 167-169.
- Aquino, R. e Encarnación, F. 1996. Distribución Geográfica de *Saguinus tripartitus* en la Amazonia del Peru. *Neotropical Primates* 4(1): 1-3.
- Auricchio, P. 1995. *Primatas do Brasil*, São Paulo, Terra Brasilis, 168p.
- Ayres, J. M. 1986. The white uakaris and the Amazonian flooded forests. PhD dissertation, Cambridge University.
- Ayres, J. M.; Mittermeier, R. A. e Constable, I. D. 1982. Brazilian Tamarins on the way to extinction? *Orix*, 16 (4): 329-333.
- Ayres, J. M. e Clutton-Brock, T. H. 1992. River boundaries and Species range size in Amazonian Primates. *The American Naturalist*, 140(3): 530-537.
- Baldwin, J. D. e Baldwin, J. I. 1976. Vocalizations of howler monkeys (*Alouatta palliata*) in southwestern Panama. *Folia Primatol.*, 26: 81-108.
- Boubli, J. F. 1994. The black uakari monkey in the Pico da Neblina National Park. *Neotropical Primates*, 2(3): 11-12.
- Buchanan-Smith, H. M. 1999. Tamarin polyspecific associations: Forest utilization and stability of mixed-species groups. *Primates*, 40(1): 233-247.
- Croop, S. J.; Larson, A. e Cheverud, J. M. 1999. Historical biogeography of tamarins, genus *Saguinus*: The molecular phylogenetic evidence. *Am. J. Phys. Anthropol.*, 108:65-69.

- Cuartas-Calle, C. A. 2001. Distribución Parcial del Titi Gris (*Saguinus leucopus*, Callitrichidae) en el Departamento de Antioquia, Colombia. *Neotropical Primates*, 9(3): 107-111.
- De La Torre, S. 1996. Notes on the distribution of the Ecuadorian Callitrichids. *Neotropical Primates*, 4(3): 88.
- Egler, S. 1983. Current status of the Pied Bare-Face Tamarin in Brazilian Amazonia. *Primate specialist Group Newsletter*, 3: 20.
- Egler, S. 1992. Feeding ecology of *Saguinus bicolor* (Callitrichidae: Primates) in a Relict Forest in Manaus, Brazilian Amazonia. *Folia Primatol.*, 59: 61-76.
- Egler, S. 2000. Ecologia alimentar e sazonalidade em primates neotropicais: Gênero *Saguinus*. *A primatologia do Brasil*, 7: 81-95.
- Eisenberg, J. e F Redford, K. H. 1999 *Mammals of the Neotropics – The Central Neotropics*. Vol. 3. The University of Chicago Press. Chicago, 591p.
- Emmons, L. H. e Feer, F. 1997 *Neotropical Rainforest Mammals A Field Guide*. The University of Chicago Press. Chicago, 2.^a edição, 307p.
- Fernandes, M. E. B. 1993. New field records of Night monkeys, Genus *Aotus*, In Northern Brazil. *Neotropical Primates*, 1 (4): 6-8.
- Fleagle, J. G. e Mittermeier, R. A. 1980. Locomotor behaviour, body size, and comparative ecology of seven Surinam monkeys. *American Journal of Physical Anthropology*, 52: 301-314.
- Garber, P. A. 1993. Feeding ecology and behavior of the genus *Saguinus*. In Rylands A. B. *Marmosets and Tamarins: Systematics, Behavior and Ecology*, Oxford University Press, New York, p. 273-295.
- Gascon, C. e Bierregaard Jr., R. 2001. The Biological Dynamics of Forest Fragments Project: The Study Site, Experimental Design and Research Activity, pp 31-46. In:

- Bierregaard Jr. R., Gascon C., Lovejoy T., e Mesquita R. *Lessons from Amazonia. The Ecology of a Fragmented Forest*. Yale University Press, New Haven, EUA.
- Goldizen, A. W. 1987. Tamarins and Marmosets: Communal Care of Offspring. In: *Primate Societies*. Smuts, B. B.; Cheney, D. L.; Seyfert, R. M.; Wrangham, R. W. e Struhsaker, T. S. The University of Chicago Press, 578 p.
- Haugaasen, T. e Peres, C. A. 2005. Primate assemblage structure in Amazonian flooded and unflooded forests. *American Journal of Primatology*, 67: 243-258.
- Hershkovitz, P. 1966. On the identification of some marmosets Family Callitrichidae (Primates). *Mammalia*, 20 (2): 327-332.
- Hershkovitz, P. 1977. *Saguinus*, for Bare-face Tamarins. History, Characters and key to species and subspecies. In: Hershkovitz, P. 1977. *Living New World Monkeys (Platyrrhini) with an Introduction to Primates*. Vol. 1, The University of Chicago Press, 735-747.
- Heymann, E. W. 1990. Spatial patterns of scent marking in wild moustached tamarins, *Saguinus mystax*: no evidence for a territorial function. *Animal Behaviour*, 60: 723-730.
- Hayne, D.W. 1949. Calculation of size of home range. *Journal of Mammalogy*, 30: 1-18.
- Hosmer, D.W. e Lemeshow, S. 1989. *Applied Logistic Regression*. New York: John Wiley & Sons, 307p.
- Jaynes, E. T. 1957. Information theory and statistical mechanics. *Phys. Rev.*, 106: 620-630.
- Jones, C. B. 1980. The function of status in the howler monkey, *A. palliata* Gray; intraspecific competition for group membership in a folivorous Neotropical primate. *Primates*, 21(3): 389-405.

- Johns, A. D. e Skorupa, J. P. 1987. Responses of Rain-Forest primates to hábitat disturbance: A Review. *International Journal of Primatology*, 8(2): 157-191.
- Kostrub, C. E. 1997. Preliminary fields observations of Golden Mantled Tamarins, *Saguinus tripartitus*, in eastern Ecuador. *Neotropical Primates*, 5(4): 102-103.
- Kowalewski, M.; Bravo, S. P. e Zunino, G. E. 1995. Agression between *Alouatta caraya* males in forest patches in northern Argentina. *Neotropical Primates*, 3(4): 179-181.
- Krebs, C. J. 1989 Ecological Methodology. New York, Harper & Row, 654 p.
- Laurance W. F., Fearnside P. M., Laurance S., Delamônica P., Lovejoy T., Rankin de Merona J., Chambers J., e Gascon C. 1999. Relationships between soil and Amazon forest biomass: landscape scale study. *Forest Ecology and Management*, 118: 127-138.
- Lehman, S. M. 2000. Primate community structure in Guiana: A biogeographic Analysis. *International Journal of Primatology*, 21(3): 333-351.
- Lorini, M. L. e Persson, V. G. 1994. Status of Field Reseach on *Leontopithecus caissara*: The Black-Faced Tamarin Project. *Neotropical Primates*, 2 (suppl.): 52-55.
- Lopes, M. A. e Ferrari, S. F. 1994. Foraging behavior of a tamarin group (*Saguinus fuscicollis weddelli*) and interactions with Marmosets (*Callithrix emiliae*). *International Journal of Primatology*, 15(3): 373-387.
- Oliveira, M. M. e Langguth, A. 2006. Rediscovery of the MacGrave's capuchin monkey and designation of a neotype for *Simia flavia* Schreber, 1774 (Primates, Cebidae). *Boletim Mus. Nacional*, 523: 1-16.
- Meireles, C. M. M.; Sampaio, I.; Schneider, H.; Ferrari, S. F.; Coimbra-Filho, A. F.; Pissinati, A. e Schneider, M. P. C. 1997. A comparative study of eleven protein

- systems in tamarins, genus *Saguinus* (Platyrrhini, Callitrichidae). *Brazil. J. Genet.*, 20 (1): 13-19.
- Mendes, S. L. 1997. Vocalizations in Atlantic Forest Marmosets, *Callithrix*. *Neotropical Primates*, 5(4): 115-116.
- Mittermeier R. A. e Van Roosmalen, M. G. M. 1981. Preliminary observations on habitat utilization and diet in eight Surinam monkeys. *Folia Primatol.*, 44: 82-95.
- Oliveira, L. C.; Mendel S. M., Silva Jr., J. S. e Fernandes, G. W. 2004. New records of Martins Bare-face Tamarin, *Saguinus martinsi* (Primates: Callitrichidae). *Neotropical Primates*, 12 (1): 9-12.
- Olmos, F. 1995. Habitat and distribution of the Buffy-Tufted-Marmoset *Callithrix aurita* in São Paulo State, Brazil, with notes on Its Natural History. *Neotropical Primates*, 3(3): 75-79.
- Pack, K. S.; Henry, O. e Sabatier, D. 1999. The insectivorous-frugivorous diet of the Golden-handed Tamarin (*Saguinus midas midas*) in French Guiana. *Folia Primatol.*, 70: 1-7.
- Peres, C. A. 1993. Structure and spatial organization of an Amazonian terra firme forest primate community. *Journal of Tropical Ecology*, 9: 259-276.
- Peres, C. A. 1994. Primates Responses to Phonological Changes in Amazonian Terra Firm Forest. *Biotropica*, 26 (1): 98-112.
- Peres, C. A.; Patton, J. L. e Silva, M. N. F. 1996. Riverine Barriers and Gene Flow in Amazonian Saddle-Back Tamarins. *Folia Primatol.*, 67: 113-124.
- Peres, C. A. 1999. General guidelines for standardizing line-transect surveys of tropical forest primates. *Neotropical Primates* 7(1): 11-16.
- Phillips, S. J.; Anderson, R. P., Schapire R. E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190: 231-259.

- Pinto, L. P. S. e Rylands, A. B. 1997. Geographic distribution of the Golden-Headed-Tamarin, *Leontopithecus chrysomelas*: Implications for Its Management and Conservation. *Folia Primatol*, 68: 161-180.
- Prefeitura Municipal de Manaus. 1984. *CPM – Manaus, Perfil da Cidade*. Convênio Minter/Gea/PMM, Prefeitura Municipal de Manaus. Unidade de Administração, subprojeto Manaus
- Pontes, A. R. M. 1997. Habitat partitioning among primates in Maracá Island, Roraima, Northern Brazilian Amazonia. *International Journal of Primatology*, 18 (2): 131-157.
- Porter, L. M. 2001. Dietary differences among sympatric Callitrichidae in northern Bolívia: *Callimico goeldii*, *Saguinus fuscicollis* and *S. labiatus*. *International Journal of Primatology*, 22(6): 961-992.
- Ranzani, G. 1980. Identificação e caracterização de alguns solos da estação experimental de silvicultura do INPA. *Acta Amazônica*, 10: 7-41.
- Roberge, J. M. e Angelstam, P. 2004. Usefulness of the Umbrella Species Concept as a conservation tool. *Cons. Biology*, 18 (1): 76-85.
- Röhe, F.; Antunes, A. P. e Tófoli, C. F. 2003. The Discovery of a new population of black lion tamarins (*Leontopithecus chrysopygus*) in the Serra de Paranapiacaba, São Paulo, Brazil. *Neotropical Primates* 11(2): 75-76.
- Röhe, F.; Figueiredo-Rodrigues L. Rosas-Ribeiro P. F., Gordo M., Venticinque E. M. Two forms of mixed groups on tamarins *Saguinus midas* and *S. bicolor* (Callitrichidae – Primates) on Central Amazon. (em preparação).
- Roush, R. S. e Snowdon C. T. 1999. The effects of social status on food-associated calling behaviour in captive cotton-top-tamarins. *Animal Behaviour*, 58: 1299-1395.

- Rylands, A. B.; Mittermeier R. A. e Rogriguez-Luna, E. 1995. A species list of the New World primates (Platyrrhini): Distribution by country, endemism, and conservation status according to the Mace-Lande system. *Neotropical Primates*, 3 (suppl.): 113-160.
- Rylands, A. B. e Keuroghlian, A. 1988. Primate populations in continuous forest fragments in Central Amazonia. *Acta Amazonica*, 18(3-4): 291-307.
- Rylands, A. B.; Schneider, H.; Langguth, A.; Groves, C. P. e Rodriguez-Luna, E. 2000. An assessment of the diversity of New World Monkeys. *Neotropical Primates*, 8(2): 61-93.
- Schwarzkopf, L. e Rylands, A. B. 1989. Primates species richness in relation to habitat structure in Amazonian Rainforest Fragments. *Biological Conservation*, 48: 1-12.
- Sokal, R.R. e Rohlf, W. H. 1995. *Biometry*, Freeman and Company, New York, USA, 887p.
- Sussman, R. W. e Kinzey, W. G. 1984. The ecological role of the Callitrichidae: A review. *American Journal of Physical Anthropology*, 64: 419-449.
- Snowdon, C. T. e Soini, P. 1988. The tamarins, genus *Saguinus*: in Mittermier R. A., Rylands, A. B.; Coimbra-Filho, A. F. e Fonseca, G. A. B. *Ecology Behaviour of Neotropical Primates*. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 2: 223-298;
- Silva Jr. J. S. e Noronha, M. A 1995. A new Record for *Callithrix mauesi* Mittermeier, Schwarz & Ayres, 1992. *Neotropical Primates*, 3(3): 79-80.
- Silva Jr., J. S. e Cerqueira, R. 1998. New Data and a Historical Sketch on the Geographical Distribution of the Ka'apor Capuchin, *Cebus kaapori* Queiroz, 1992. *Neotropical Primates* 6(4)118-121.

- Silva Jr., J. S.; Nunes A. e Fernandes, M. E. B. 1999. A Northeastern Extension of the Distribution of *Aotus infulatus* in Maranhão Brasil. *Neotropical Primates* 7(3); 76-80.
- Soini, P. 1987. Ecology of the Saddle-back Tamarin *Saguinus fuscicollis illigeri* on the Rio Pacaya, northeastern Peru. *Folia Primatol.*, 49: 11-32.
- Soini, P. 1988. The pygmy marmoset, genus *Cebuella*: in Mittermeier R. A., Rylands, A. B.; Coimbra-Filho, A. F. e Fonseca, G. A. B. *Ecology Behaviour of Neotropical Primates*. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 2: 79-129.
- Subirá, R.J. 1998. Avaliação da situação atual das populações selvagens do Sauim-de-coleira *Saguinus b. bicolor* (Spix, 1823). Tese de Mestrado, Fundação Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Terborgh, J. e Stern, M. 1987. The surreptitious life of the Saddle-backed Tamarin. *Amer. Scientist*, 75: 260-269.
- Thorington Jr., R. W. 1968. Observations of the Tamarin *Saguinus midas*. *Folia Primatol.*, 9:95-98.
- Valeriano, M. M. 2004. *Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul*, São José dos Campos, SP INPE: Coordenação de Ensino, Documentação e Programas Especiais (INPE-10550-RPQ/756). 72p.
- Valeriano, M. M. Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: Projeto Topodata, no prelo.
- Van Roosmalen, M. G. M.; Van Roosmalen, T.; Mittermeier R. A. e Rylands, A. B. 2000 Two new species of Marmosets, Genus *Callithrix* Erxleben, 1777 (Callitrichidae, Primates), from the Tapajos/Madeira Interfluvium, South Central Amazonia, Brazil. *Neotropical Primates*, 8 (1).

- Van Roosmalen, M. G. M.; Van Roosmalen, T. e Mittermier R. A e Fonseca G. A. B. 1998. A new and distinctive species of Marmoset (Callitrichidae, Primates) from the lower Rio Aripuanã, State of Amazonas, Central Brazilian Amazonia. *Goeldiana Zoologia* n.22.
- Van Roosmalen, M. G. M.; Van Roosmalen, T. e Mittermeier, R. A. 2002. A taxonomic review of Titi Monkeys, Genus *Callicebus* Thomas, 1903, with the description of two new species, *Callicebus bernhardi* and *Callicebus stephennashi*, from Brazilian Amazonia. *Neotropical Primates*, 10 (suppl.): 1-52.
- Van Roosmalen, M. G. M. e Van Roosmalen, T. 2003. The description of a new genus, *Callibella* (Callitrichinae, primates), including its molecular phylogenetic status. *Neotropical Primates* 11 (1).
- Vidal, M. D. e Cintra, R. 2006. Effects of forest structure components on the occurrence, group size and density of groups os bare-face tamarin (*Saguinus bicolor* – Primates: Callitrichinae) in Central Amazonia. *Acta Amazonica*, 36 (2): 237-248.
- Wallace, R. B.; Painter, R. L. E.; Taber, A. B. e Ayres, J. M. 1996. Notes on a Distributional River Boundary and Southern Range Extension for two species of Amazonian Primates. *Neotropical Primates*, 4(4): 149-151.
- Wallace, R. B.; Painter, R. L. E.; Rumiz, D. I. e Taber, A. B. 2000. Primate diversity, distribution and relative abundances in the Rios Blanco y Negro Wildlife Reserve, Santa Cruz Departament, Bolívia. *Neotropical Primates*, 8(1): 24-28.
- Wallace, A. R. 1852. On the monkeys of the Amazon. *Proceedings of Meeting of the Zoological Society of London*.

Wiley, E. G.; McNyset, K. M.; Peterson, A . T.; Robins, C. R. e Stewart, A . M. 2003.

Niche modeling and geographic range predictions in the marine environment

using a machine-learning algorithm. *Oceanography*, 16 (3): 120-127.

Zar, J. H. 1999. Biostatistical analysis, Quarta edição, Prentice Hall, New Jersey, USA.