

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**Distribuição Geográfica e Modelagem de Habitat das  
Espécies do Gênero *Callithrix* (Primates, Callitrichidae)**

**Bertha Nicolaevsky**

Vitória, ES

Fevereiro, 2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

# **Distribuição Geográfica e Modelagem de Habitat das Espécies do Gênero *Callithrix* (Primates, Callithrichidae)**

**Bertha Nicolaevsky**

**Orientador: Sérgio Lucena Mendes**

**Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências  
Biológicas (Biologia Animal) da Universidade Federal do Espírito  
Santo como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em  
Biologia Animal**

**Vitória, ES**

**Fevereiro, 2011**

## **Agradecimentos**

À Natureza, pela existência do mecanismo que chamamos de evolução biológica, capaz de produzir organismos fantásticos como os primatas.

Aos seguintes primatas:

meus pais pelo amor e dedicação à prole;

Sérgio Lucena pela oportunidade de orientação;

Chicó, Dani, Luana e Maria Alice por me auxiliarem no uso e compreensão do sistema de informação geográfica e da metodologia de modelagem de habitat;

Arthur, meu ex-estagiário, por colaborar com a revisão das coordenadas geográficas localidades;

Andressa, Amanda, Bianca, Bruna, Cacs, Flávia Machado, Flávia Marti, Jardel, Isael, Joana pela companhia e troca de idéias e experiências no Laboratório de Biologia da Conservação de Vertebrados;

Anazélia, Bernardo, Daniele, João Felipe, Paulo e Valdemir, meus colegas de classe no mestrado, pela convivência prazerosa em sala de aula, corredores, campo e *happy hours*.

E à CAPES pela bolsa.

## SUMÁRIO

Resumo .....	07
Abstract.....	08
Introdução.....	09
Métodos .....	12
<i>Obtenção, organização e georreferenciamento dos dados de ocorrência.....</i>	<i>12</i>
<i>Modelagem de Adequabilidade Ambiental.....</i>	<i>13</i>
<i>Avaliação e Validação dos Modelos.....</i>	<i>15</i>
<i>Processamento dos Modelos no Sistema de Informação Geográfica.....</i>	<i>17</i>
Resultados.....	18
Discussão.....	41
Conclusão .....	48
Bibliografia .....	49
Anexo – Gazetteer.....	55

## Lista de tabelas

Tabela 1 – Matriz de Confusão.....	16
Tabela 2 – Número de registros de ocorrência por espécie de <i>Callithrix</i> . ....	18
Tabela 3 – Extensão da área de distribuição geográfica estimada das espécies.....	20
Tabela 4 – Resultados da sobreposição dos polígonos de distribuição estimada e das áreas preditas como ambientalmente adequadas ao mapa de vegetação.....	20
Tabela 5 – Resultados do Teste de Mantel.....	27
Tabela 6 – Resultados da PCA.....	28
Tabela 7– Extensão da área predita pelos modelos.....	29
Tabela 8 – Resultados do teste externo.....	32
Tabela 9 – Sobreposição de áreas preditas como adequadas.....	33
Tabela 10 – Interseção de áreas previstas como adequadas – resultados referentes à fórmula 2.....	33

## Lista de Figuras

Figura 1 – Registros de ocorrência por espécie do gênero <i>Callithrix</i> .....	19
Figura 2: Registros de ocorrência das espécies de <i>Callithrix</i> e formações vegetacionais associadas....	22
Figura 3 – Modelos de adequabilidade ambiental das espécies de <i>Callithrix</i> .....	29
Figura 4 – São apresentados os modelos de adequabilidade Ambiental às espécies de <i>Callithrix</i> para a par, e é destacada a área em que estes modelos se sobrepõem.....	34

## Resumo

O gênero *Callithrix* compreende seis espécies de pequenos primatas arborícolas, encontradas nas regiões central e oriental do Brasil. As espécies têm distribuição parapátrica com aparente afinidade às formações fitoecológicas: a presença de *Callithrix jacchus* tem ocorrência na Caatinga, *C. penicillata* habita principalmente áreas de Cerrado e as demais espécies, *C. aurita*, *C. flaviceps*, *C. geoffroyi* e *C. kuhlii* são típicas de Mata Atlântica. Eventos de introdução de algumas destas espécies têm demonstrado sua habilidade em colonizar áreas distintas daquelas onde são nativas. Há mais de dez anos a distribuição de *Callithrix* não é revisada, existindo um grande número de novos registros de ocorrência, publicados em literatura especializada, que necessitam ser incluídos em estudos biogeográficos destas espécies. Ademais, as causas da ausência de simpatria entre as espécies de *Callithrix* não são claras, sendo necessária maior investigação a respeito. Desta forma, os objetivos deste estudo foram revisar a distribuição geográfica das espécies de *Callithrix*, investigar o habitat adequado à sua permanência além dos limites geográficos conhecidos e se existem regiões adequadas para mais de uma espécie. Para tal, os registros de ocorrência compilados foram georreferenciados e as localidades foram inseridas graficamente em mapas de municípios, de unidades de conservação e de vegetação. Posteriormente, os dados de ocorrência foram associados às variáveis climáticas e topográficas para produção de modelos de habitat, por meio do algoritmo MaxEnt. Foi compilado um total de 359 localidades e a sobreposição dos polígonos de distribuição estimada revelaram que espécies exibem variado grau de especialização com relação ao habitat – desde especialistas como *C. flaviceps* capaz de colonizar apenas quatro tipos vegetacionais diferentes, até *C. jacchus* observado em 25 tipos de formações distintas. Além disso, foi observado que os tipos de vegetação floresta ombrófila densa e floresta estacional semidecidual estão presentes na distribuição geográfica das seis espécies. Os modelos de habitat apresentaram valores de AUC superiores a 0.9, portanto, podem ser considerados de ótimo desempenho. Houve sobreposição de áreas adequadas para todas as espécies. A análise dos dados de ocorrência e vegetação associados aos resultados da modelagem de habitat permitiu inferir que os limites entre as áreas de ocorrência das espécies, não só coincidem com a presença de grandes rios, mas também com a transição entre formações vegetais distintas, e que os diferentes potenciais adaptativos ecológicos das espécies, provavelmente, influenciam em sua distribuição geográfica, através de exclusão competitiva.

## Palavras chave:

Habitat, Primates, Distribuição geográfica, Callitrichidae, *Callithrix*.

## Abstract

The genus *Callithrix* contains six species of small arboreal primates found in central and eastern Brazil. The distributions of these species are parapatric with seeming to have connection to types phytoecological training : *Callithrix jacchus* inhabits in the thorn shrub, *C. penicillata* dwells mainly on savanna areas and the other species, *C. aurita*, *C. flaviceps*, *C. geoffroyi* and *C. kuhlii* are typical of the Atlantic Forest. Events to introduce some of these species have shown their ability to colonize areas distinct from those where they are native. The distribution of *Callithrix* has not been reviewed for over ten years and there is a large number of new records for instance, published in specialized literature, that need to be included in biogeographical studies of these species. Moreover, the wherefore of lack of sympatry between *Callithrix* species are not clear, at the time this matter requires further research. Thus, the aims of this study was to review the geographical distribution of species of *Callithrix*, investigate the suitable habitat for them to stay beyond geographical boundaries known and find out if there are regions suitable for more than one species. The occurrence records compiled were georeferenced and the localities were inserted graphically on maps of the cities, protected areas and vegetation. Subsequently, occurrence data were associated with climatic and topographic variables to produce habitat models for using the MaxEnt algorithm. A total of 359 localities were compiled and the overlap estimated distribution of polygons displayed that species exhibit varying degrees of specialism to habitat - from specialists such as *C. flaviceps* able to colonize only four types different vegetation, to *C. jacchus* observed in 25 kinds of different formations. Furthermore, we observed that the vegetation types dense rain forest vegetation and semideciduous forest are present in geographical distribution of the six species. Habitat models showed AUC values greater than 0.9, then they can be considered models with optimum performance. There was overlap between areas suitable for all species. The analysis of occurrence and vegetation associated with habitat modeling results allowed to infer that the boundaries between the areas of occurrence, not only coincide with the presence of large rivers, but also with the transition between distinct vegetation formations, and that different ecological adaptive potential of species probably influence their geographical distribution through competitive exclusion.



## Introdução

A família Callitrichidae compreende pequenos símios neotropicais pertencentes aos gêneros *Callibella*, *Callimico*, *Callithrix*, *Cebuella*, *Leontopithecus*, *Mico* e *Saguinus* (Hershkovits, 1977, Rylands *et al.*, 2000, Roosmalen & Roosmalen, 2003). São primatas onívoros insetívoros que exploram uma variedade de habitats florestais primários, de borda, secundários, sazonalmente inundados, ribeirinhos, além de vegetação xerófita e cerrado (savana) do Panamá e norte da Colômbia, Bacia Amazônica e costa do Brasil, do Chaco da Bolívia e Paraguai (Hershkovitz 1977; Sussman e Kinzey 1984; Rylands, 1989, Roosmalen & Roosmalen, 2003).

O gênero *Callithrix* já foi subdividido em dois grupos, com base em morfologia e distribuição geográfica, sendo *argentata* o grupo formado pelos primatas que habitam a região amazônica e *jacchus* o grupo de primatas encontrados nas regiões centro e leste do Brasil (Hershkovitz, 1977; Rosenberger 1981). Dados moleculares reforçam a distinção dos dois grupos em clados diferentes (Tagliaro *et al.*, 1997) e atualmente apenas as espécies do grupo *jacchus* são classificadas como *Callithrix*, sendo que as espécies amazônicas foram agrupadas no gênero *Mico*, de acordo com revisão de Rylands *et al.* (2000).

Hershkovitz (1977) reconheceu apenas uma espécie de *Callithrix* ocorrendo na região leste do Brasil, constando de cinco subespécies: *C. jacchus jacchus*, conhecida como sagüi-de-tufos-brancos; *C. jacchus penicillata*, o sagüi-de-tufos-pretos; *C. jacchus geoffroyi*, o sagüi-da-cara-branca; *C. jacchus flaviceps*, o sagüi-da-serra e *C. jacchus aurita*, o sagüi-da-serra-escuro. Contudo, tanto Coimbra-Filho & Mittermeier (1974) quanto trabalhos subseqüentes consideraram que as subespécies reconhecidas por Hershkovitz (1977) são espécies válidas (Mittermeier and Coimbra-Filho 1981; Mittermeier *et al.* 1988; Vivo, 1991; Rylands *et al.* 1993, 2000). Outra questão controversa envolvendo este gênero foi a forma descrita por Maximilian zu Wied-Neuweid (1826) no sul da Bahia como *Hapale penicillatus Kuhlii* [sic], considerada por Hershkovitz (1977) como um híbrido de *C. penicillata* com *C. geoffroyi* e por Vivo (1991) como uma subpopulação de *C. penicillata*. Atualmente há consenso da referida forma se tratar de espécie válida, *C. kuhlii* (Coimbra-Filho, 1985; Rylands, 2000; Coimbra-Filho *et al.*, 2006), e dados odontométricos, craniométricos e vocais corroboram com a

validade das seis espécies de *Callithrix* com ausência de intergradações (Natori, 1986, 1994; Mendes *et al.*, 2009).

Os dados de distribuição geográfica destas espécies foram primeiramente organizados e analisados por Hershkovitz (1977) e são descritos segundo publicação do autor conforme segue.

#### *Callithrix jacchus*

O sagüi-de-tufos-brancos ocorreria em todos os estados do nordeste brasileiro. A distribuição desta espécie estenderia-se a oeste até, no máximo, o médio vale do Rio Grande (margem esquerda) e do Alto Rio Parnaíba (margem direita).

#### *Callithrix penicillata*

Espécie encontrada nos estados de Tocantins, Goiás, Bahia, Minas Gerais e São Paulo. As presenças atribuídas a *C. penicillata* no litoral da Bahia são na verdade registros de *C. kuhlii* (Mendes, 1997).

#### *Callithrix geoffroyi*

Encontrado na região oriental de Minas Gerais estende-se ao sul deste estado até onde sua distribuição faz limite com a de *C. aurita*, presente em boa parte do Espírito Santo, exceto em região serrana (acima de 500m) onde há presença de *C. flaviceps*.

#### *Callithrix flaviceps*

Ocorreria somente no Espírito Santo, em altitudes superiores a 500m. A distribuição desta espécie estenderia-se até o Rio Itabapoana, abaixo desta latitude é área de ocorrência de *C. aurita*.

#### *Callithrix aurita*

Distribui-se em todo o estado do Rio de Janeiro, no sudeste de Minas Gerais, em São Paulo a leste e no ângulo formado entre os rios Paranapanema e Ribeirão do Iguapé.

Vivo (1991) faz algumas modificações na distribuição geográfica proposta por Hershkovitz (1977) - descritas a seguir - sendo *C. penicillata* e *C. flaviceps* as espécies alvo de alterações

mais relevantes. Com relação a *C. penicillata*, Vivo (1991) considerou a localidade de Miritiba, atual município de Humberto de Campos. A distribuição geográfica de *C. flaviceps* foi reduzida no Espírito Santo, pois foram desconsiderados os registros de Aracruz, Ibirajú, Pau Gigante e Santa Leopoldina, no entanto foi estendida a leste até Minas Gerais, com os registros de Manhaçu e Caratinga. Na distribuição de *C. jacchus* foram acrescentados registros na Bahia (em Salvador, onde foi desconsiderada a presença de *C. penicillata*), em Pernambuco e no Ceará. *C. aurita* contou com novos pontos de ocorrência em Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro. Rylands *et al.* (1993) também abordaram aspectos da distribuição destas taxa, mas seus resultados enfocaram mais a apresentação de registros de ocorrência em unidades de conservação e apresentação de literatura a respeito do assunto.

Em síntese, Hershkovitz (1977) e Vivo (1991), têm como principal consenso a respeito de *Callithrix* o fato de o gênero constituir-se de espécies tipicamente alopátricas ou parapátricas, no entanto, ambos deixam dúvidas a respeito da possibilidade de zonas de contato e hibridação entre os taxa. Esta questão foi verificada e esclarecida por Mendes (1997), que determinou que nas zonas de contato entre as espécies ocorrem hibridações, com presença de populações híbridas restritas a faixas estreitas. Estas zonas de contato predominam em regiões de transição fitoecológica, dado que as espécies apresentam afinidade às diferentes formações vegetacionais: *C. jacchus* e *C. penicillata* são encontradas principalmente em área de caatinga e cerrado, respectivamente, enquanto as demais espécies do gênero têm sua distribuição basicamente restrita à região de mata atlântica. Além da vegetação, os fatores que parecem determinar os limites biogeográficos entre as espécies são os limites altitudinais e a presença de rios (Mendes, 1997).

A compreensão dos fatores que moldam a extensão da distribuição geográfica das espécies é uma questão central em ecologia (Lawton *et al.* 1994; Maurer & Taper 2002) e biologia evolucionária (Graham *et al.* 1996) e a presença de uma espécie em um dado local é determinada por três condições (Soberon & Peterson 2005; Soberon 2007): 1 - o ambiente local permite a população crescer mesmo na ausência de imigração (Grinnell, 1917); 2 - as interações com outras espécies que habitam o mesmo local (Elton, 1927) e 3 - a acessibilidade ao local, dada a habilidade em dispersar da espécie. A primeira condição é derivada do conceito de “nicho grinnelliano”, definido como um conjunto de condições

ambientais que restringe cada espécie, através de "aspectos fisiológicos", a uma zona geográfica onde possa prosperar (Grinnell, 1917).

Diferentes abordagens, conhecidas como modelagem de distribuição de espécies, modelagem de habitat ou modelagem de nicho ecológico têm usado basicamente o mesmo conjunto de métodos com um propósito semelhante: identificar locais adequados para a sobrevivência de populações de uma espécie através da identificação das suas necessidades ambientais (Soberon & Nakamura, 2009).

O principal objetivo deste estudo é verificar se as espécies de *Callithrix* têm o potencial de habitar áreas além de seu limite de distribuição geográfica conhecida e se existem áreas adequadas à presença de diferentes espécies. Para tal é necessário revisar dados de distribuição geográfica dos táxons, o que constitui um objetivo específico juntamente com a investigação das formações vegetacionais associadas à presença de *Callithrix*.

## **Métodos**

- *Obtenção, organização e georreferenciamento dos dados de ocorrência*

Os pontos de ocorrência das espécies foram obtidos das seguintes fontes: Mendes (1997) - trabalho que incluiu compilação de dados de museu (com verificação de espécimes) e de bibliografia especializada e levantamento de publicações a partir de 1996. Compiladas as localidades, os pontos de ocorrência das espécies foram organizados em planilha no programa Microsoft Excel 2007. Para as localidades cuja coordenada geográfica não foi citada na fonte, essa informação foi obtida através de pesquisa nas seguintes fontes: Paynter *et al.* (1991), ferramenta Geoloc, disponível na página do Centro de Referência em Informação Ambiental - CRIA (<http://smlink.cria.org.br/geoloc>) e Traveling Luck World Index (<http://travelingluck.com/>). Posteriormente estas localidades foram inseridas graficamente em arquivo tipo *shapefile* da malha municipal brasileira (IBGE, 2007), de unidades de conservação (MMA, 2007) e de vegetação brasileira (IGBE, 2008), para verificação e correção de possíveis erros de posicionamento geográfico. Então, para a estimativa da área de distribuição de cada espécie, foram traçadas linhas unindo os pontos de ocorrência mais extremos e foi calculada a área do polígono resultante, que foi também utilizado para recortar a área correspondente no mapa de vegetação.

- *Modelagem de Adequabilidade Ambiental*

Modelos de nicho ecológico, também interpretados como modelos de distribuição potencial, normalmente utilizam a associação entre variáveis ambientais e registros de ocorrência das espécies para identificar condições ambientais em que populações podem ser mantidas. A premissa central desta abordagem é que a distribuição observada de uma espécie fornece informação útil sobre seus requisitos ambientais (Pearson, 2007).

O método de modelagem prevê a adequabilidade ambiental às espécies em função das variáveis ambientais selecionadas. Para tal, o algoritmo utilizado no presente estudo foi o de Máxima Entropia, MaxEnt, que produz modelos de adequabilidade ambiental para uma espécie encontrando a distribuição da máxima entropia (isto é, que é mais espalhada, ou mais próxima da uniforme), sujeita a um conjunto de restrições que representam a informação incompleta sobre a distribuição "alvo" (Phillips, 2006). No modelo adotado, cumulativo, a saída do aplicativo é um arquivo ASCII com valores de 0 a 100 atribuídos aos pixels, podendo ser interpretados em termos de adequabilidade ambiental (Phillips *et al.*, 2006, Pearson *et al.*, 2007).

O MaxEnt pertence à categoria de algoritmos que permite gerar modelos mesmo sem registros de ausência das espécies porque gera pseudo-ausências na área de estudo (Engler *et al.*, 2004; Wisz *et al.*, 2008). Esta característica é muito importante, principalmente porque para muitas espécies biológicas há poucos registros de ausência disponíveis (Soberón e Peterson, 2005). O MaxEnt tem se mostrado mais eficiente para modelagem de habitat em estudos que avaliam a capacidade preditiva de diferentes algoritmos (Elith *et al.*, 2006, Hernandez *et al.* 2006; Hijmans & Graham, 2006; Gibson *et al.*, 2007; Guisan *et al.*, 2007; Pearson *et al.*, 2007). Estudos mais recentes tem questionado a superioridade do algoritmo MaxEnt em relação ao GARP, indicando que ambos apresentam performance superior em relação aos demais utilizados, embora o MaxEnt tenha apresentado maiores valores de AUC e erro padrão inferiores pra maioria das espécies avaliadas (Huerta & Peterson, 2008; Terrible *et al.*, 2010).

Foi utilizada a versão 3.3.3 do MaxEnt (<http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/>) e suas configurações básicas selecionadas foram: funções lineares e quadráticas (para se encontrar a distribuição  $p$  da máxima entropia), 10.000 pseudoausências e *output*

cumulativo. Nas configurações avançadas foram selecionadas 500 iterações e limiar de convergência de 0,00001.

- *Variáveis ambientais*

As variáveis climáticas e topográficas foram obtidas, respectivamente, dos bancos de camadas online WorldClim – Global Climate Data database (<http://www.worldclim.org/>) e U.S. Geological Survey's Hydro1k (<http://www.usgs.gov/>), com resolução espacial de 30'' (aproximadamente um quilômetro quadrado). A resolução escolhida foi a menor disponível para se obter uma aproximação maior das características do local onde a espécie foi observada, por este motivo, os registros de ocorrência atribuídos apenas a municípios, sem referência à localidade onde o(s) indivíduo(s) foram observados ou coletados, não foram utilizados na modelagem. É claro que as coordenadas geográficas atribuídas a boa parte das localidades podem conter erro de posicionamento de alguns quilômetros, o que não implica em alterações importantes na informação climática referente ao registro, dado que as camadas climáticas são produzidas por interpolação de dados de estações meteorológicas (Hijmans *et al.*, 2005) sendo pouco sensíveis a variações acentuadas entre pixels próximos. Mesmo a diferença topográfica entre pixels vizinhos, tendo em vista a resolução selecionada, não parece acentuada para o grupo de estudo. Desta forma, é esperado que a diferença de valores entre pixels muito próximos não seja relevante para a produção dos modelos.

As variáveis climáticas, ao todo 19, são compostas por temperatura e precipitação sob a forma de média anual, variação anual, sazonalidade e máximos e mínimos mensais e trimestrais. As variáveis topográficas selecionadas inicialmente foram o modelo de elevação digital (DEM) (altitude) que indica altitude e inclinação de terreno (slope) (declividade).

As variáveis ambientais disponíveis são muitas vezes geradas por derivação de outras variáveis. É aconselhável evitar variáveis que não tem influência direta sobre a distribuição das espécies, porque as associações indiretas podem causar previsões equivocadas em novas áreas (Guisan e Thuiller, 2005). Além do mais, a seleção de um conjunto "relevante" de variáveis é recomendada para uma boa performance do modelo, (Elith *et al.*, 2006). Por esse motivo, o conjunto inicial de variáveis foi submetido ao teste de Mantel (1967) e à análise de componentes principais (PCA) (Pearson, 1901; Hotelling, 1933, Jolliffe, 1986).

O objetivo dos algoritmos de redução de dimensão é a obtenção de uma descrição parcimoniosa dos dados multivariados. O resultado é uma representação exata e compacta dos dados que reduz ou elimina estatisticamente componentes redundantes (Kambhatla & Leen, 1997).

A abordagem de Mantel (1967) consiste em calcular a correlação entre as duas matrizes de distância e, então, um processo de randomização ou uma aproximação paramétrica é usado para avaliar se a correlação observada é diferente do esperado como aleatório (Jackson e Somers, 1989; Manly 1997). Através deste teste, é possível observar quais variáveis apresentam relação com a distribuição geográfica das espécies e produzir um conjunto inicial de variáveis a serem utilizadas no processo de modelagem. O teste foi realizado com 1.000 iterações para cada variável ambiental.

Esse conjunto de dados foi submetido à análise de componentes principais, que permite a remoção de dimensões espúrias, por indicar conjuntos de variáveis correlacionadas e permitir selecionar variáveis capazes de descrever a maior parte da variabilidade dos dados, mantendo seu significado. Isto é obtido através da transformação do conjunto inicial em um novo conjunto de variáveis, os componentes principais, que são correlacionados e estão ordenados de modo que os primeiros eixos mantêm a maior parte da variação presente em todas as variáveis originais (Jolliffe, 2002).

Foram selecionados diferentes conjuntos de variáveis a partir dos resultados da PCA, um contendo uma variável representando cada eixo e outro contendo duas variáveis por eixo. Portanto, foram produzidos dois modelos diferentes para as seis espécies de estudo, para posterior seleção de apenas um.

- *Avaliação e Validação dos Modelos.*

Uma forma de avaliar o desempenho dos modelos produzidos é através da sua capacidade discriminatória de classificar corretamente casos positivos (quando uma espécie está presente) ou negativos (quando uma espécie está ausente). A Curva de Características de Operação do Receptor (ROC) é considerada um indicador direto da capacidade discriminatória do modelo e é interpretada como a probabilidade do modelo de classificar corretamente pontos de verdadeiras presença e ausência da espécie. A curva ROC é obtida

com base em dois parâmetros: a sensibilidade, que é a capacidade do modelo classificar um pixel de ocorrência real da espécie como presença (verdadeiro positivo) e a especificidade, que é a capacidade do modelo classificar um pixel onde de fato a espécie não é encontrada como ausência (verdadeiro negativo). O gráfico ROC é obtido representando-se graficamente os valores de sensibilidade (verdadeiros positivos) no eixo y *versus* 1 – especificidade (falsos negativos, ou erros de omissão) sobre o eixo x (Fielding & Bell, 1997; Segurado & Araujo, 2004). Estes parâmetros são extraídos da matriz de confusão (Tabela 1).

Tabela 1 – Matriz de Confusão: A e D são respectivamente verdadeiros positivos e verdadeiros negativos, ou seja, presença e ausência preditas de maneira correta. B e C são respectivamente falsos positivos e falsos negativos, constituindo os possíveis erros do modelo (Fielding & Bell, 1997).

Predito	Observado	
	+	-
+	A	B
-	C	D

A área sob a função de ROC (AUC) é considerada um índice importante porque fornece uma medida única de exatidão global que não é dependente de um determinado limiar (DeLeo 1993) e constitui um teste interno. Os valores da AUC variam de 0 a 1, onde valores de 0 a 0,5 indicam um modelo que não possui poder preditivo, portanto aleatório, e 1 indica um modelo perfeito (Guisan *et al.*, 2007).

O teste externo utilizado foi o de *bootstrap*, realizado com dez partições (replicações), atribuindo-se, aleatoriamente, 80% dos pontos para treino e 20% para teste em cada partição. O método *bootstrap* é uma técnica de reamostragem que fornece uma estimativa realista do desempenho do modelo, sem incorrer em despesas de coleta de novos dados. Através dos novos valores dos índices de desempenho dos modelos produzidos com diferentes conjuntos de dados, é obtida um valor médio do teste interno, evitando-se o excesso de otimismo (Efron & Tibshirani, 1993; Moons *et al.*, 2004; Wintle *et al.*, 2005).



Outra etapa crucial na validação dos modelos está relacionada ao limite de corte escolhido para definir se o modelo possuirá mais erros de ‘comissão’ ou de omissão. Erros de omissão são graves, porque sinalizam uma falha do modelo em prever um ponto de ocorrência utilizado na sua produção Loiséle *et al.* (2003). Assim, apenas os modelos com baixo erro de omissão são candidatos a uma análise mais aprofundada. Erro de “comissão”, no entanto, pode representar um erro verdadeiro (sobreprescrição), ou pode representar uma previsão correta, em que a espécie pode estar presentes, mas não foi ainda registrada (Peterson *et al.*, 1999). O limite de corte escolhido neste estudo foi o de presença mínima de treino (MTP). A escolha deste limite pode ser interpretada ecologicamente como a identificação de pixels previstos como sendo no mínimo tão apropriados quanto aqueles em que uma espécie foi registrada, constituindo um limiar de corte conservador, identificando a menor área predita possível enquanto mantém uma taxa zero de erro de omissão no conjunto de dados de treinamento (Pearson *et al.*, 2007).

- *Processamento dos Modelos no Sistema de Informação Geográfica*

O mapa gerado pelo modelo (arquivo em formato .ASC) com a média dos 10 modelos gerados para cada espécie (número de réplicas selecionado no bootstrap) foi importado para o ambiente SIG, transformado em arquivo *raster* e submetido ao limiar de corte. Desta forma, foram produzidos mapas binários em formato *shapefile*, possuindo duas classes: zero, para valores de adequabilidade ambiental inferiores ao limiar, e um para valores de adequabilidade ambiental iguais ou superiores ao limiar. Foram definidos o sistema de coordenadas geográficas e a projeção destes mapas, calculando-se, então, a extensão da área prevista como adequada pra cada espécie. Além disto, foi realizada a interseção de áreas adequadas para as espécies, par a par, e calculada a extensão de cada área de interseção. A comparação entre os pares de espécies foi realizada de duas formas:

1 - área de sobreposição / área adequada à espécie de menor área predita

2 - área de sobreposição / (soma das áreas adequadas às duas espécies) – (área de sobreposição)

A extensão da área de sobreposição foi subtraída do denominador da segunda fórmula para ser contabilizada uma única vez, já que cada uma das áreas preditas às espécies já possui esta área.

Na primeira abordagem, o alvo é o quanto da área predita como adequada a uma espécie também é predita como adequada a outra espécie, mais generalista (com relação à seleção de habitat), tendo em vista permitir a observação um padrão de nicho incluído, em que uma espécie tem requerimentos ambientais que são mais especializados que as exigências de outra espécie (onde são incluídos).

Já na segunda abordagem o enfoque é dado no percentual de sobreposição de áreas preditas como adequadas a cada uma das espécies do par, refletindo o quanto essas espécies são semelhantes em termos de pré-requisitos ambientais.

## Resultados

A compilação de dados de ocorrência totalizou 369 registros para as espécies de *Callithrix* (Tabela 2, Figura 1 e *Gazetteer* em anexo), utilizados para o cálculo da distribuição estimada (Tabela 3) e sobrepostos ao mapa de vegetação (IBGE 2008) para que fossem identificadas as formações vegetacionais dentro da extensão da distribuição geográfica das espécies (Tabela 4 e Figura 2)

Do total de registros de ocorrência compilados, 102 não foram utilizados no processo de modelagem de habitat por não apresentarem referência à localidade específica, com coordenadas geográficas atribuídas a sedes municipais ou com referência a regiões muito amplas, como, por exemplo, serras.

Tabela 2 – Número de registros de ocorrência por espécie de *Callithrix*.

<b>Espécie</b>	<b>Nº total de registros</b>	<b>Nº de Registros utilizados</b>
<i>C. aurita</i>	54	43
<i>C. flaviceps</i>	29	24
<i>C. geoffroyi</i>	52	45
<i>C. jacchus</i>	58	30
<i>C. kuhlii</i>	87	84
<i>C. penicillata</i>	78	34

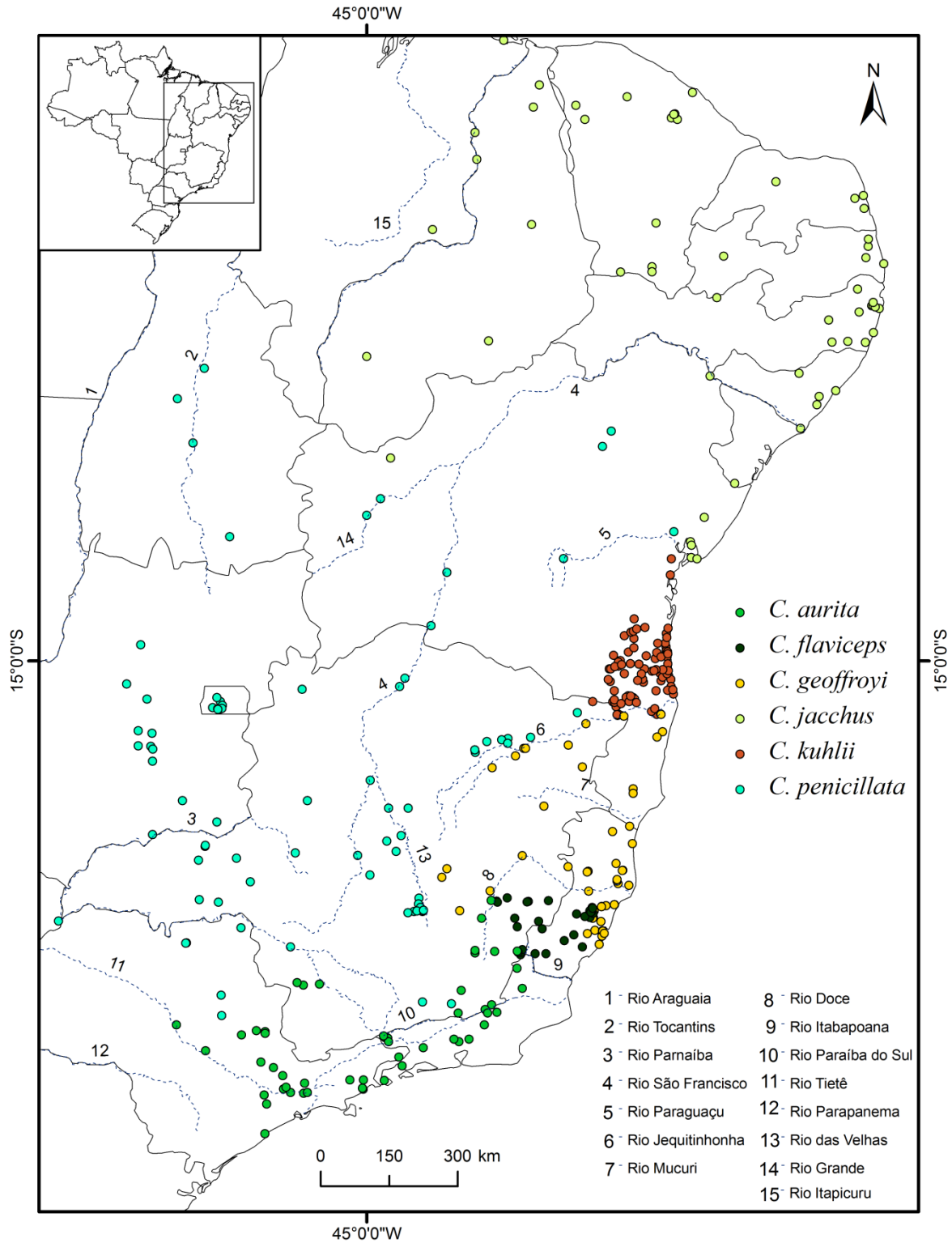


Figura 1 – Registros de ocorrência por espécie do gênero *Callithrix*.

Tabela 3 – Extensão da área de distribuição geográfica estimada das espécies.

<b>Espécie</b>	<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>
<i>C. aurita</i>	117.319,37
<i>C. flaviceps</i>	18168,60
<i>C. geoffroyi</i>	138.734,93
<i>C. jacchus</i>	737.843,65
<i>C. kuhlii</i>	29.578,30
<i>C. penicillata</i>	1.225.228,66

Tabela 4 – Resultados da sobreposição dos polígonos de distribuição estimada e das áreas previstas como ambientalmente adequadas ao mapa de vegetação (IBGE, 2008). Legenda: ATE – área de tensão ecológica, CTV - contato de tipos de vegetação, F. – floresta; x – formação fitoecológica observada no MPC e na área prevista, x\* - formação fitoecológica observada apenas no MPC e x – formação fitoecológica observada apenas na área prevista.

<b>Formação Fitoecológica/Espécie</b>	<b>C.a.</b>	<b>C.f.</b>	<b>C.g.</b>	<b>C.j.</b>	<b>C.k.</b>	<b>C.p.</b>
Áreas de Formações Pioneiras - Sistema Edáfico de 1ª Ocupação			x	x	x	x
ATE - CTV - Atividade Agrícola - F. Ombrófila Densa - F. Ombrófila Mista	x	x	x	x		x
ATE - CTV - Savana Estépica - F. Estacional		x	x	x	x	x
ATE - CTV - Savana - Savana Estépica		x	x	x	x	x
ATE - CTV - Savana - Savana Estépica - Floresta Estacional		x	x	x	x	x
Campinarana				x		x
Campinarana Arborizada				x		x
Campinarana Florestada				x		x
Campinarana Gramíneo Lenhosa				x		x
Contato Floresta Ombrófila / Floresta Estacional – Ecótono				x		x
Contato Savana/ Floresta Ombrófila – Ecótono	x		x	x	x	x
Estepe	x	x	x	x		
Estepe Arborizada			x	x		
Estepe Gramíneo Lenhosa	x	x	x	x		
Floresta Estacional Decidual	x	x	x	x	x	x
Floresta Estacional Decidual - Terras Baixas			x	x	x	
Floresta Estacional Decidual Montana		x	x	x		x
Floresta Estacional Decidual Submontana		x	x	x	x	x
Floresta Estacional Semidecidual	x	x	x	x	x	x
Floresta Estacional Semidecidual Aluvial			x	x		x
Floresta Estacional Semidecidual Montana	x	x	x	x		x
Floresta Estacional Semidecidual Submontana	x	x	x	x		x
Floresta Estacional Semidecidual - Terras Baixas						x
Floresta Ombrófila Aberta	x	x	x	x		x
Floresta Ombrófila Aberta Aluvial			x	x	x	x
Floresta Ombrófila Aberta Submontana			x	x		x

Floresta Ombrófila Aberta - Terras Baixas			x	x	x	x
<b>Formação Fitoecológica/Espécie</b>	<b>C.a.</b>	<b>C.f.</b>	<b>C.g.</b>	<b>C.j.</b>	<b>C.k.</b>	<b>C.p.</b>
Floresta Ombrófila Densa	x	x	x	x	x	x
Floresta Ombrófila Densa Aluvial				x		
Floresta Ombrófila Densa Montana	x	x	x	x	x	x
Floresta Ombrófila Densa Submontana	x	x	x	x	x	x
Floresta Ombrófila Densa - Terras Baixas	x *	x	x	x	x	x
Floresta Ombrófila Mista	x	x	x	x		x
Floresta Ombrófila Mista Alto-Montana	x	x	x	x		
Floresta Ombrófila Mista Montana	x	x	x	x	x	
Refugio Vegetacional Alto-Montano	x	x	x			x
Refugio Vegetacional Montano	x		x	x	x	x
Savana	x	x	x	x	x	x
Savana Arborizada - Cerrado Propriamente Dito	x	x	x	x	x	x
Savana Cerrado	x	x	x	x*	x	x
Savana Estépica - Campos de Roraima - Arbórea Densa		x	x	x	x	x
Savana Estépica - Vegetação Chaquenha - Gramíneo-lenhosa			x	x	x	x
Savana Estépica - Vegetação Chaquenha	x	x	x	x	x	x
Savana Estépica - Vegetação Chaquenha - Arbórea Aberta		x	x	x	x	x
Savana Estépica - Vegetação Chaquenha – Parque	x		x	x*	x	x
Savana Florestada – Cerradão		x	x	x	x	x
Savana Gramíneo Lenhosa - Campo Limpo de Cerrado	x*	x	x	x		x
Savana Parque	x	x	x	x	x	x
Vegetação com Influência Fluvial e/ou Lacustre			x	x	x	x
Vegetação com Influência Flúvio-Marinha – Manguezal			x	x	x	x
Vegetação com Influência Marinha – Restinga	x		x	x	x	x
Total de tipos de vegetação (distribuição estimada)	12	4	14	8	20	25
Total de tipos de Vegetação (áreas preditas)	22	26	38	36	25	33

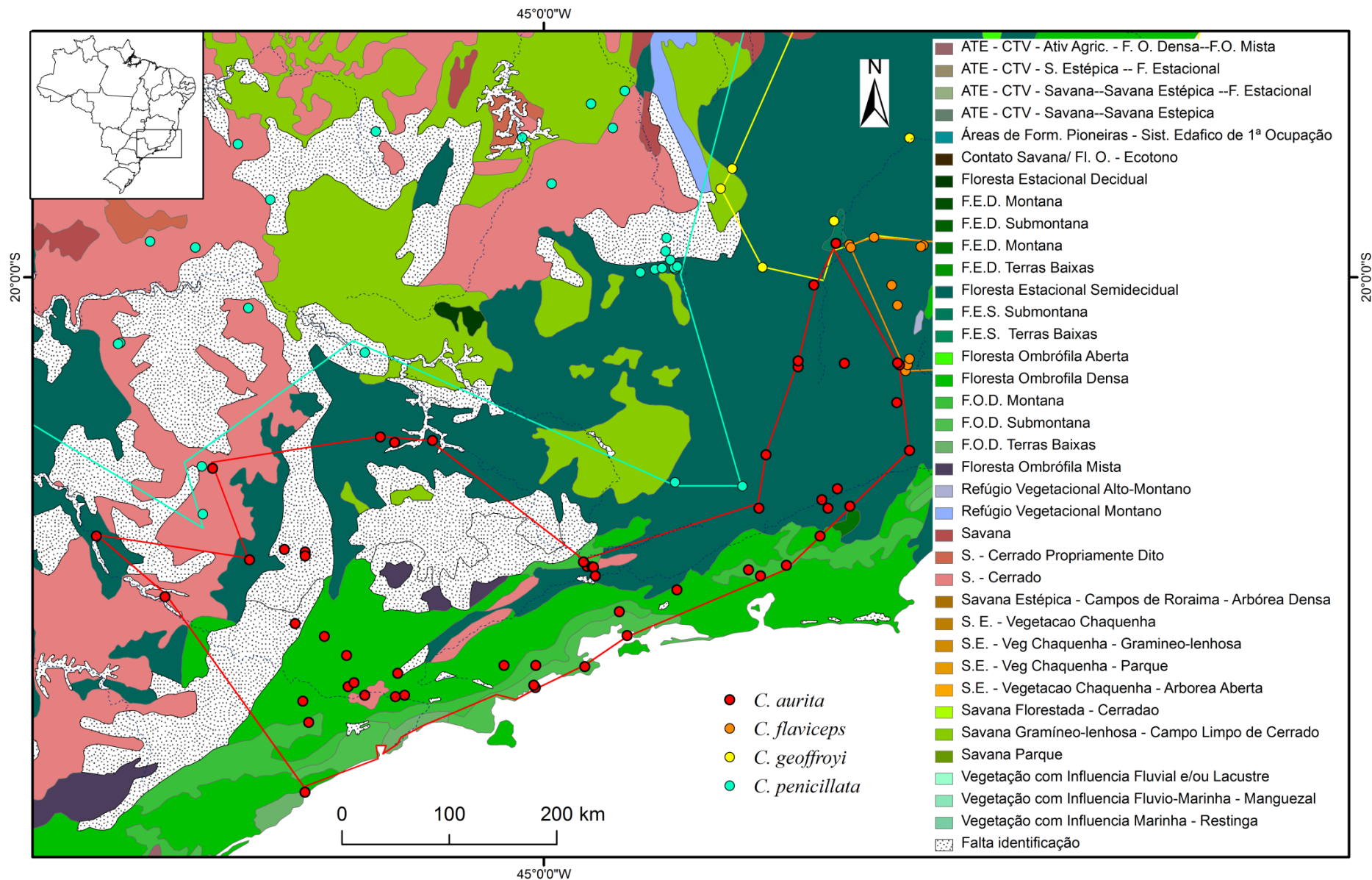


Figura 2 – A

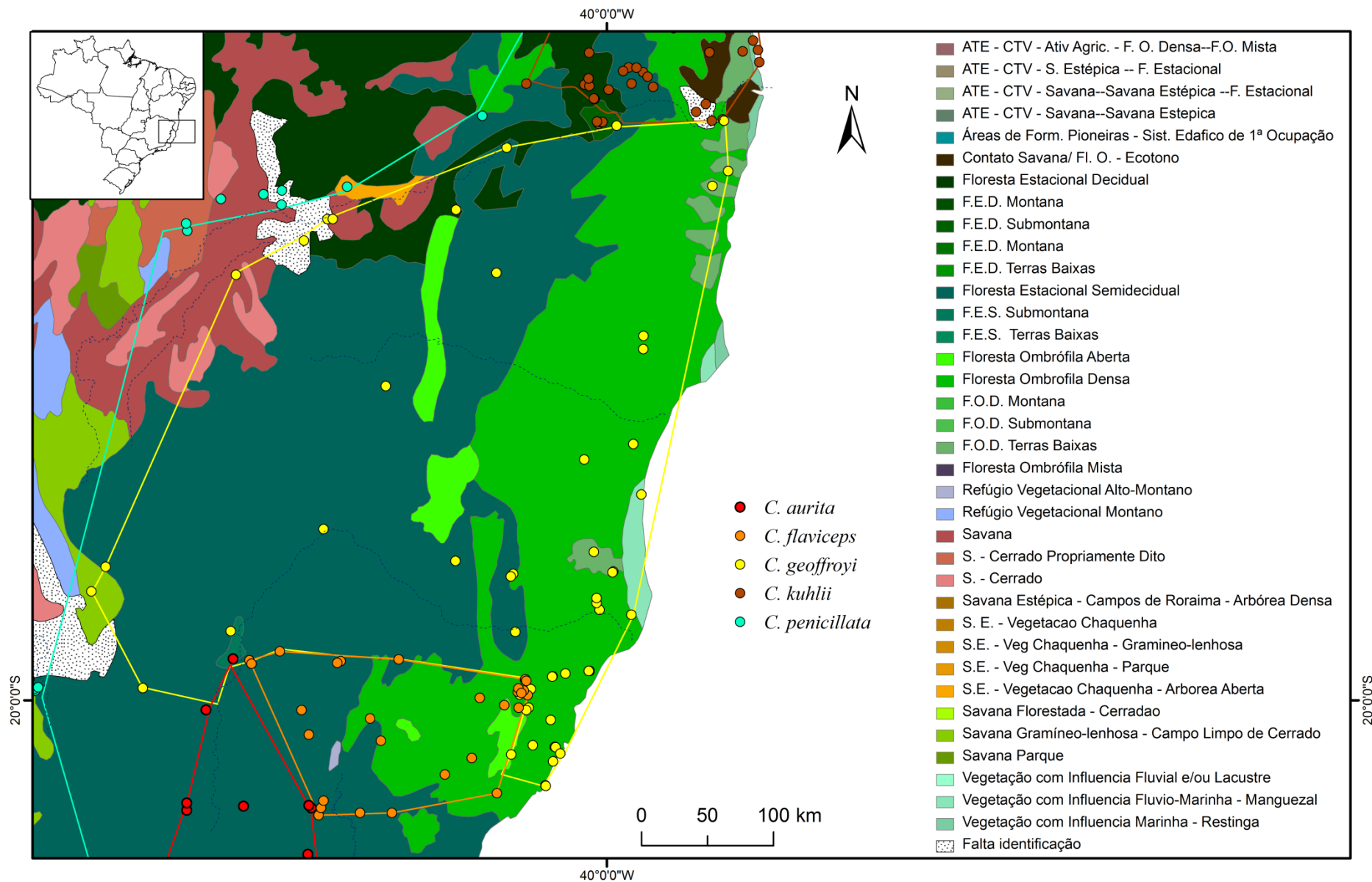


Figura 2 – B

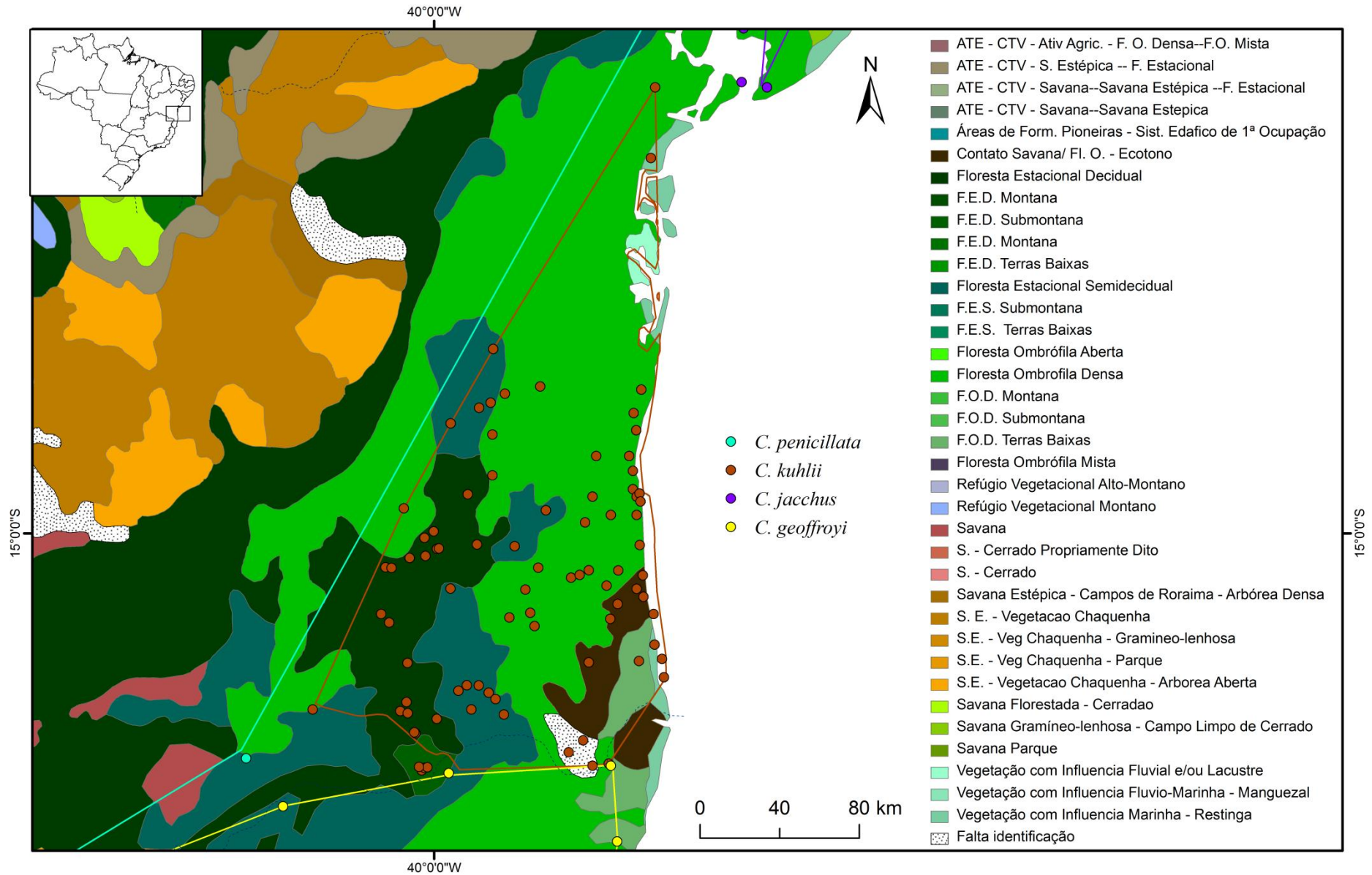


Figura 2 – C



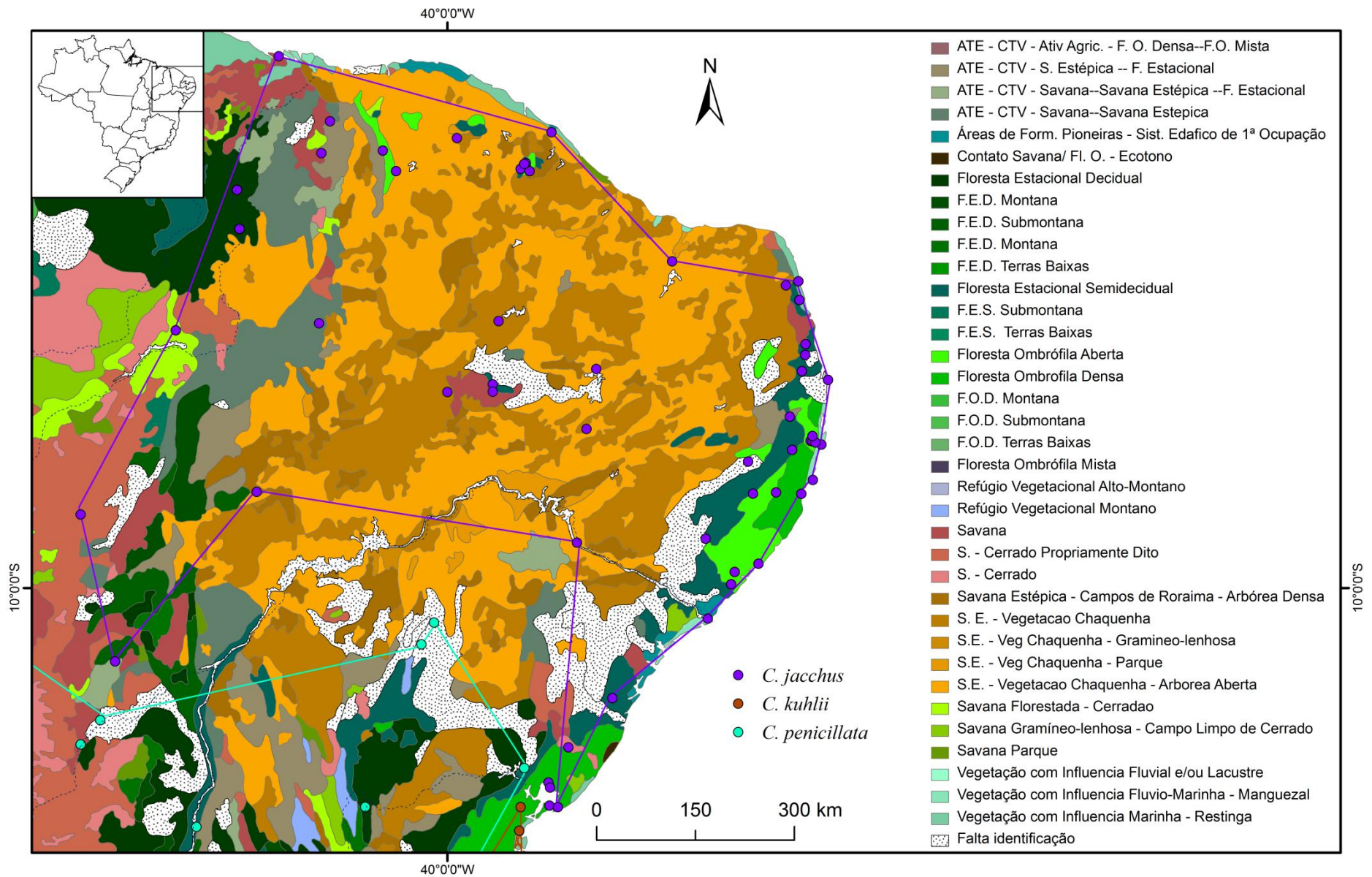


Figura 2 - D

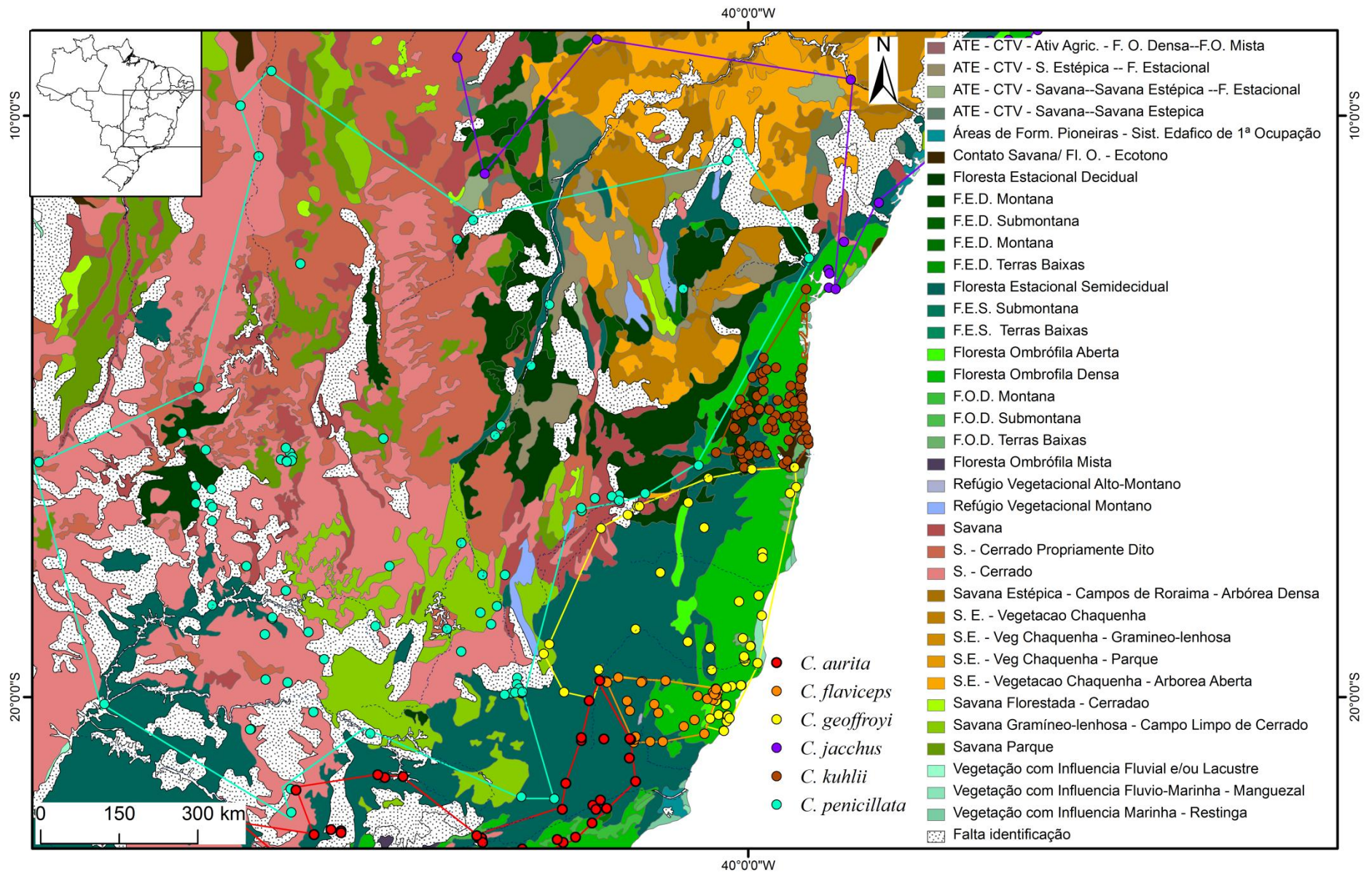


Figura 2 – E

Figura 2: Registros de ocorrência das espécies de *Callithrix* e formações vegetacionais associadas.

Os resultados do teste de mantel (Tabela 5) mostraram que as variáveis bio14 – precipitação no mês mais seco, bio17 – precipitação no trimestre mais seco e declive não possuem relação com a distribuição geográfica das espécies de *Callithrix*, dados os registros de ocorrência disponíveis.

Tabela 5 – Resultados do Teste de Mantel. Em vermelho, variáveis cujo p-valor associado foi superior a 0,05.

Variável	R	p-valor
Bio1	0.3463	0.0000099
Bio2	0.809	0.000199
Bio3	0.5077	0.000199
Bio4	0.5952	0.0001
Bio5	2178	0.00019
Bio6	0.467	0.00019
Bio7	0.335	0.00019
Bio8	0.1403	0.00019
Bio9	0.52	0.00019
Bio10	0.2593	0.000099
Bio11	0.4399	0.000009
Bio12	0.1003	0.00069993
Bio13	0.2334	0.000099
Bio14	0.014	0.31077
Bio15	0.1177	0.00001
Bio16	0.2392	0.0000011
Bio17	0.02215	0.21318
Bio18	0.4831	0.0001
Bio19	0.4079	0.000099
DEM	0.2337	0.00001
Slope	-0.02358	0.72453

Inicialmente foi realizada uma PCA por conjunto de registros de ocorrência de cada espécie, o que resultou em diferentes valores de eigenvalues por variável, o que e conseqüente

ferentes eigenvalues para as variáveis

com um único conjunto de pontos (de todas as espécies), para que se pudessem utilizar as mesmas variáveis para todos os taxa, dado que as análises de componentes principais realizadas para espécie, apresentaram resultados diferentes – o que implicaria em modelagem com conjuntos diferentes de variáveis. O resultado revelou que quatro dos eixos gerados eram capazes de explicar 93.5% da variação dos dados. Os modelos produzidos com um conjunto de quatro variáveis, cada uma sendo a de maior *eigenvalue* de seu eixo,

mostraram-se excessivamente inclusivos, com áreas preditas contínuas demasiado extensas, portanto, foram considerados sem valor explicativo para os objetivos deste estudo. Deste modo, foram analisados e interpretados os modelos produzidos com oito variáveis ambientais (Tabela 6), ou seja, com as duas variáveis de maior *eigenvalue* por eixo. As variáveis selecionadas foram: (1) bio6 - temperatura mínima do mês mais frio, (2) bio15 - sazonalidade de precipitação (coeficiente de variação), (3) bio13 - precipitação do mês mais chuvoso, (4) bio3 - isothermalidade, (5) bio11 - temperatura média do trimestre mais frio, (6) bio2 – variação média diurna (média do mês (temperatura máxima - temperatura mínima)), (7) bio16 - precipitação do trimestre mais chuvoso, (8) dem (*digital elevation model*) – altitude.

Tabela 6 – Resultados da PCA. Em vermelho as variáveis de maior *eigenvalue* e, em azul, as variáveis de 2ª maior *eigenvalue* (por eixo – coluna).

	<i>Eixo 1</i>	<i>Eixo 2</i>	<i>Eixo 3</i>	<i>Eixo 4</i>
Bio1	-0.944877	0.260773	0.085447	0.154717
Bio2	0.515509	0.825257	-0.039367	0.024991
Bio3	-0.335208	0.472294	0.447077	-0.595466
Bio4	0.690392	0.109630	-0.439583	0.457551
Bio5	-0.692648	0.655514	-0.016890	0.264158
Bio6	-0.971783	-0.162540	0.125075	-0.005396
Bio7	0.643924	0.694593	-0.163557	0.207486
Bio8	-0.826813	0.344495	-0.129825	0.367865
Bio9	-0.956757	0.096933	0.231763	-0.016726
Bio10	-0.904283	0.285594	-0.019593	0.305615
Bio11	-0.960751	0.192138	0.167517	0.047343
Bio12	0.298112	-0.466583	0.714404	0.341070
Bio13	0.474794	0.196187	0.811671	0.195246
Bio15	0.310593	0.828409	0.352087	-0.107783
Bio16	0.509787	0.153307	0.811513	0.199453
Bio18	0.787803	-0.221624	0.072222	0.426666
Bio19	-0.510394	-0.570993	0.448347	0.044139
Dem	0.849327	0.196050	0.091487	-0.358226

Os modelos de distribuição da adequabilidade ambiental à permanência das espécies previram áreas (Tabela 7) com extensão desde 240.210,03 km<sup>2</sup> (*Callithrix kuhlii*) até 5.056.877,46 km<sup>2</sup> (*Callithrix jacchus*) (Figura 3).

Tabela 7– Extensão da área predita pelos modelos.

Espécie	Área predita (Km <sup>2</sup> )
<i>C. aurita</i>	368.388,98
<i>C. flaviceps</i>	364.852,54
<i>C. geoffroyi</i>	2.179.269,09
<i>C. jacchus</i>	5.056.877,46
<i>C. kuhlii</i>	240.210,03
<i>C. penicillata</i>	2.659.448,29

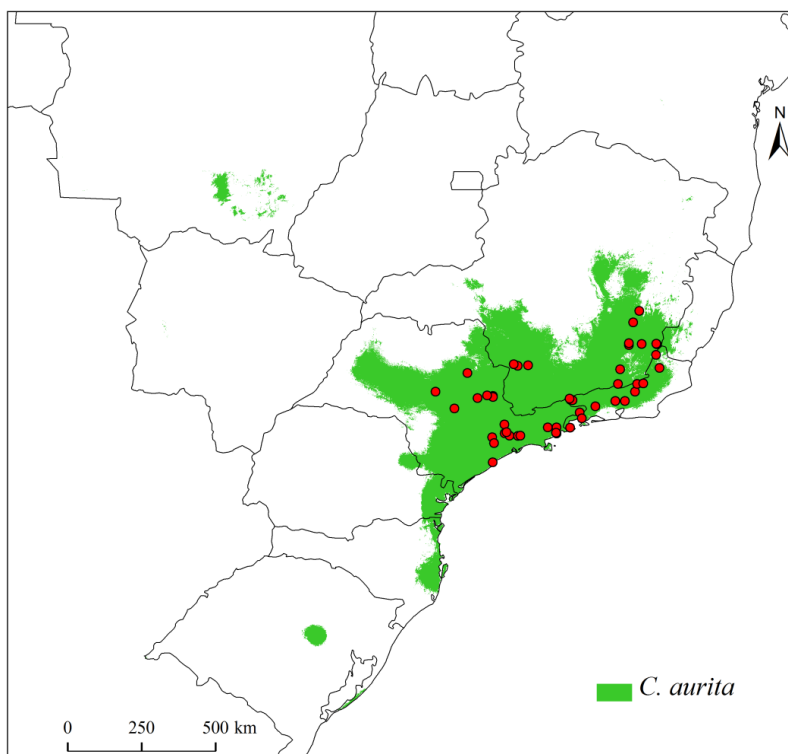


Figura 3 - A

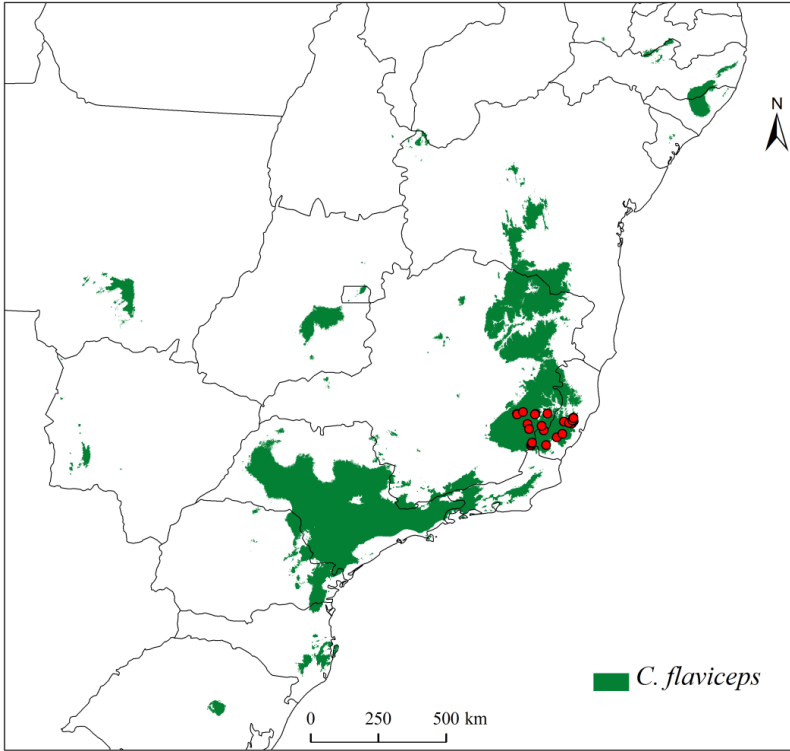


Figura 3 – B

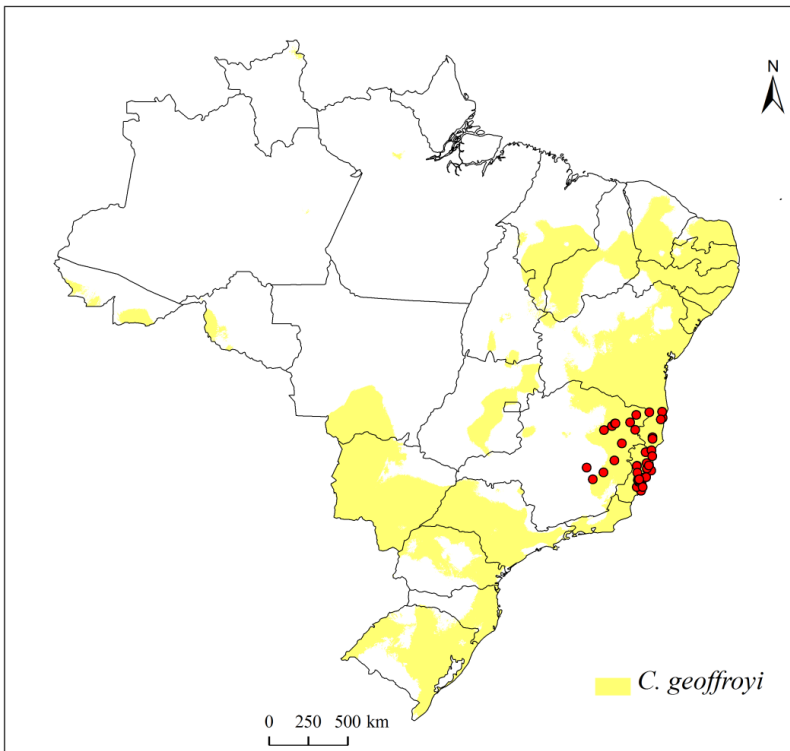


Figura 3 - C

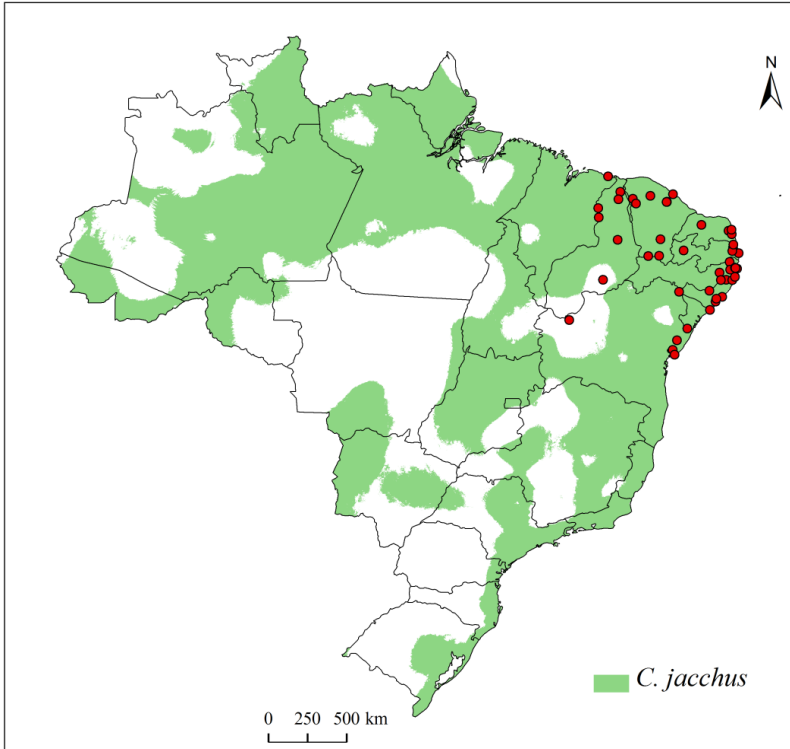


Figura 3 – D

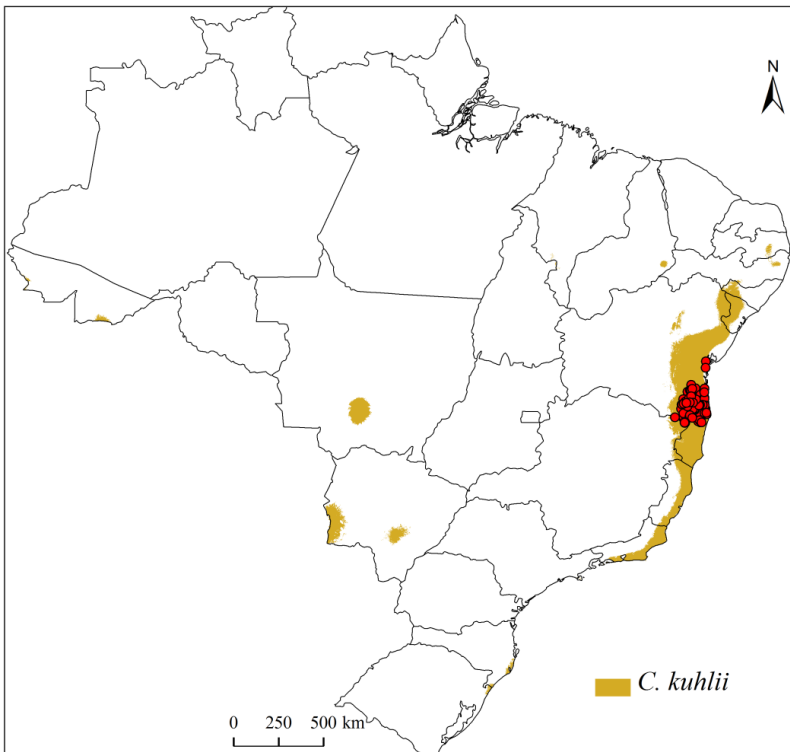


Figura 3 - E

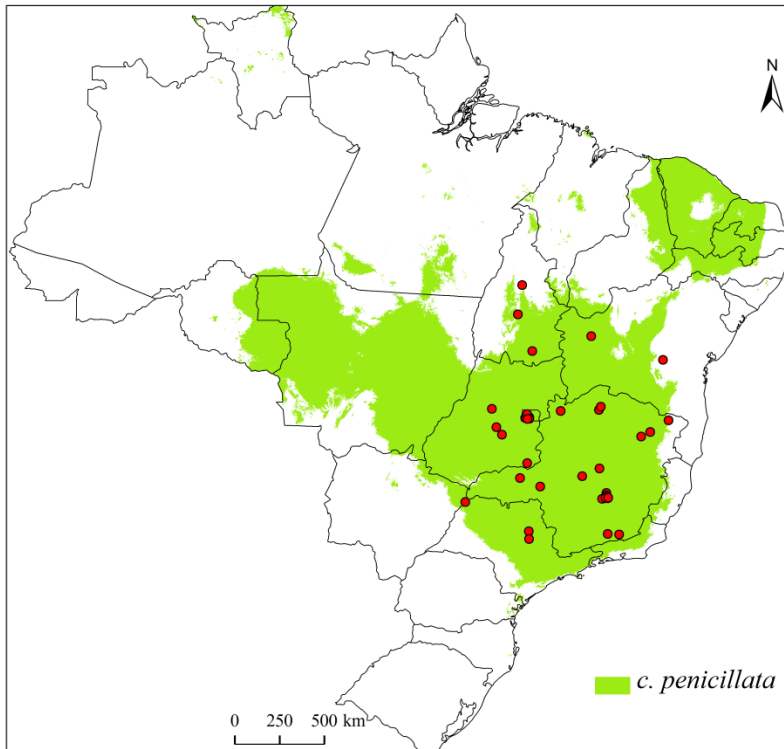


Figura 3 – F

Figura 3 – Modelos de adequabilidade ambiental das espécies de *Callithrix*, os pontos vermelhos indicam registros de ocorrência.

O modelo para *C. penicillata* apresentou a menor AUC (AUC média=0.9207, Sd=0.003), enquanto o modelo para *C. kuhlii* apresentou o maior valor (AUC média= 0.992, Sd= 0.002) (Tabela 8). Houve sobreposição de áreas preditas como ambientalmente adequadas entre todos os pares de espécies em diversos níveis: a menor sobreposição ocorreu entre *C. kuhlii* e *C. flaviceps* com somente 0,16% da área adequada a *C. kuhlii* sendo adequada também a *C. flaviceps*, enquanto a maior ocorreu entre *C. kuhlii* e *C. jacchus*, com 98% da área adequada a *C. kuhlii* sendo adequada também a *C. jacchus* (Tabela 9 e Figura 3 – H e M)

Tabela 8 – Resultados do teste externo.

<b>Espécie</b>	<b>AUC do modelo</b>	<b>Desvio padrão da AUC</b>
<i>C. aurita</i>	0.984	0.004
<i>C. flaviceps</i>	0.982	0.010
<i>C. geoffroyi</i>	0.957	0.002
<i>C. jacchus</i>	0.916	0.042
<i>C. kuhlii</i>	0.992	0.002
<i>C. penicillata</i>	0.920	0.003



Tabela 9 – Sobreposição de áreas preditas como adequadas (listadas por espécie em ordem crescente de extensão) – resultados referentes à fórmula 1.

	<i>C. flaviceps</i>	<i>C. aurita</i>	<i>C. geoffroyi</i>	<i>C. penicillata</i>	<i>C. jacchus</i>
<i>C. kuhlii</i>	0.16%	0.82%	99.1%	1.14%	98.07%
<i>C. flaviceps</i>		50.56%	87.89%	76.22%	77.28%
<i>C. aurita</i>			53.49%	83.74%	68.38%
<i>C. geoffroyi</i>				34.10%	78.61%
<i>C. penicillata</i>					51.06%

Par a par, foi calculado (em porcentagem) o quanto a área predita como adequada a uma espécie (coluna 1) é também foi predita como adequada a outra espécie, menos exigente (colunas 2 a 5).

As regiões preditas como ambientalmente adequadas a diferentes espécies, também foram interpretadas como uma sobreposição entre nichos fundamentais de pares de espécies, com a extensão da região de sobreposição constituindo uma fração da soma das áreas preditas como adequadas aos dois *taxa* em questão. Esta abordagem pretendeu revelar o quanto o nicho fundamental das espécies é similar, par a par (Tabela 10).

Tabela 10 – Interseção de áreas previstas como adequadas (listadas por espécie em ordem crescente de extensão da área predita) – resultados referentes à fórmula 2.

/	<i>C. flaviceps</i>	<i>C. aurita</i>	<i>C. geoffroyi</i>	<i>C. penicillata</i>	<i>C. jacchus</i>
<i>C. kuhlii</i>	0.66%	0.33%	11.01%	0.09%	4.65%
<i>C. flaviceps</i>		33.62%	14.42%	10.13%	5.49%
<i>C. aurita</i>			8.38%	11.34%	4.87%
<i>C. geoffroyi</i>				18.15%	31.02%
<i>C. penicillata</i>					21.35%

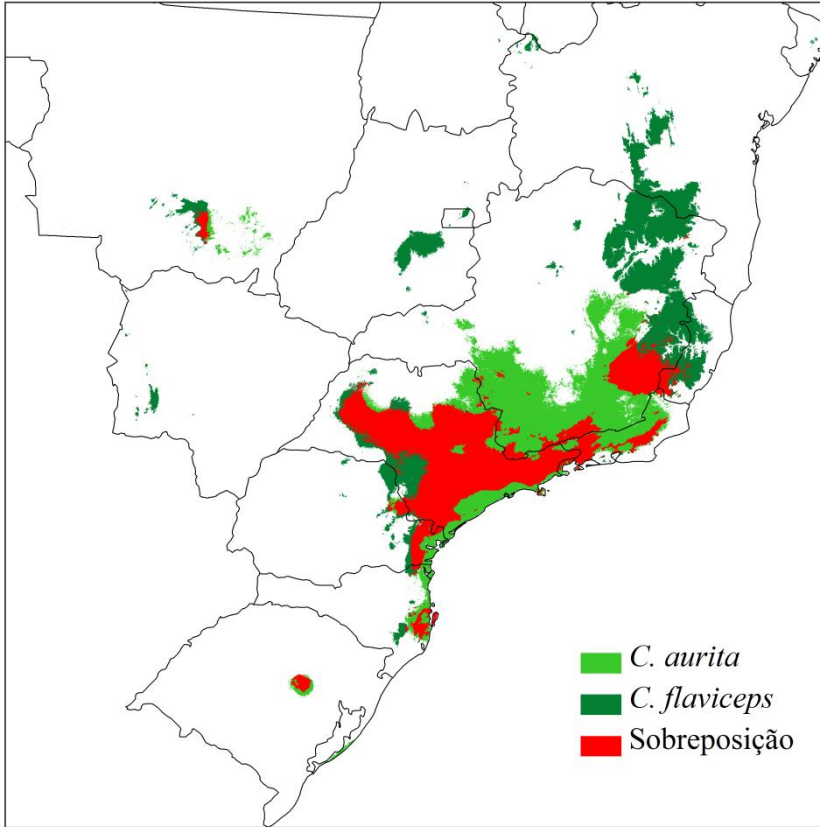


Figura 4 – A.

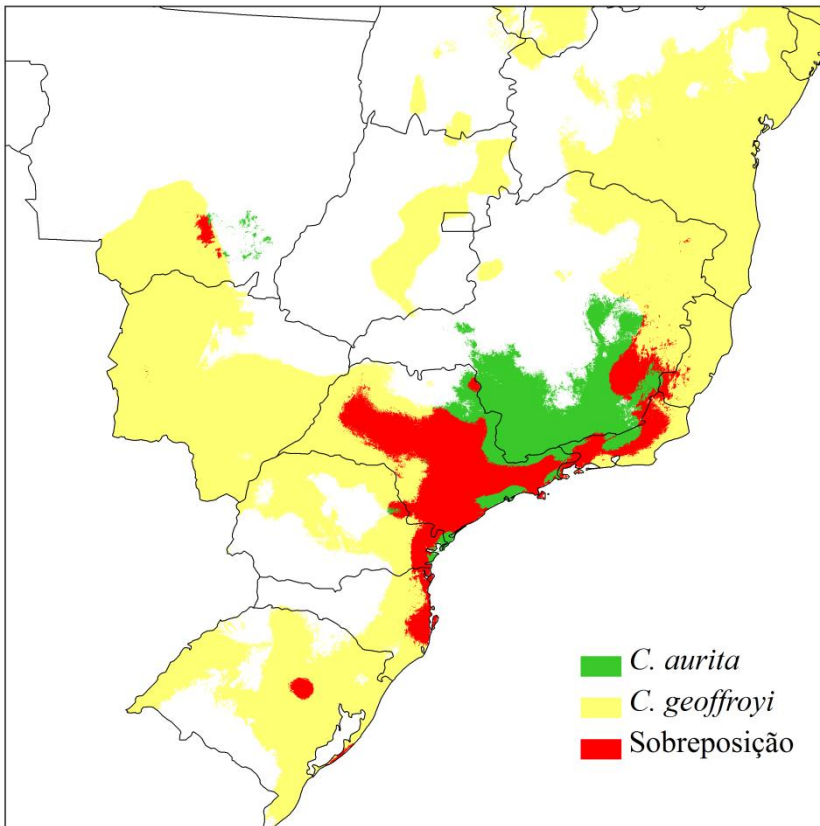


Figura 4 - B.

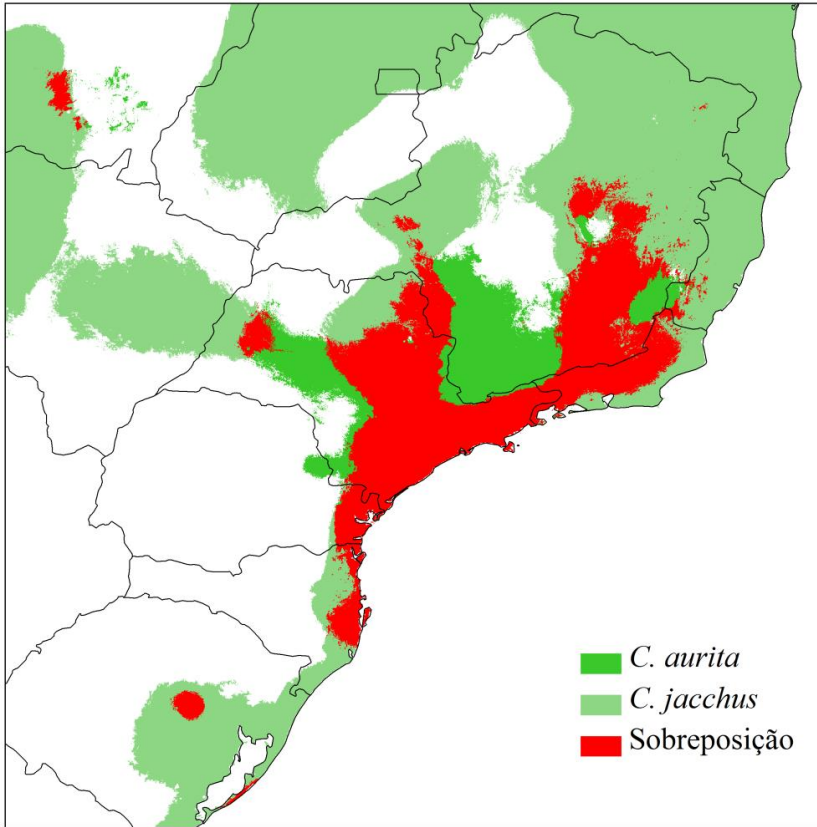


Figura 4 - C

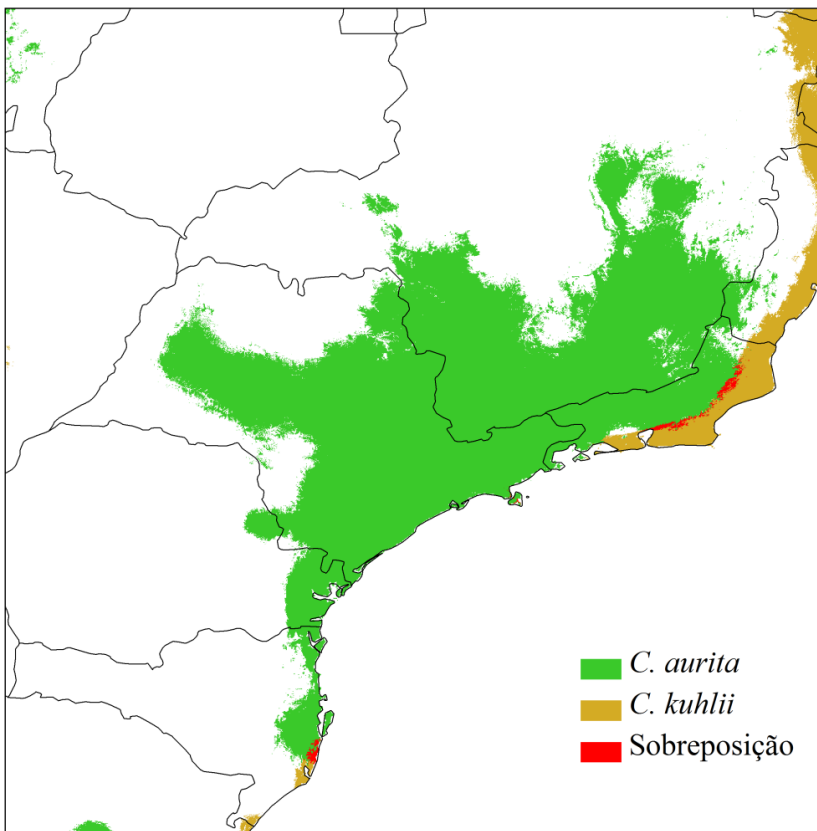


Figura 4 - D

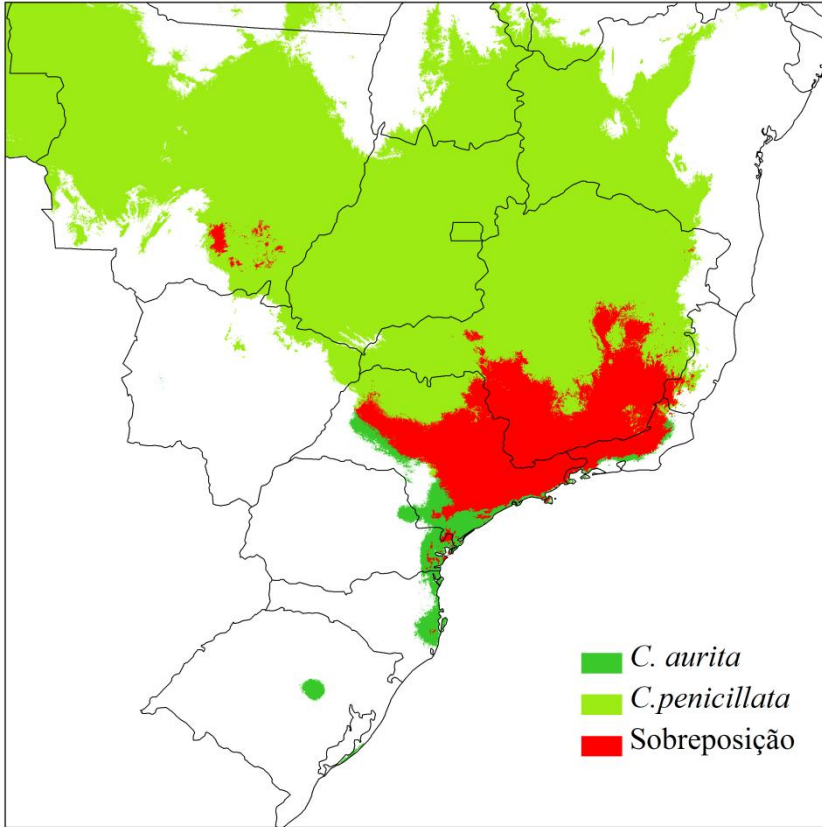


Figura 4 - E

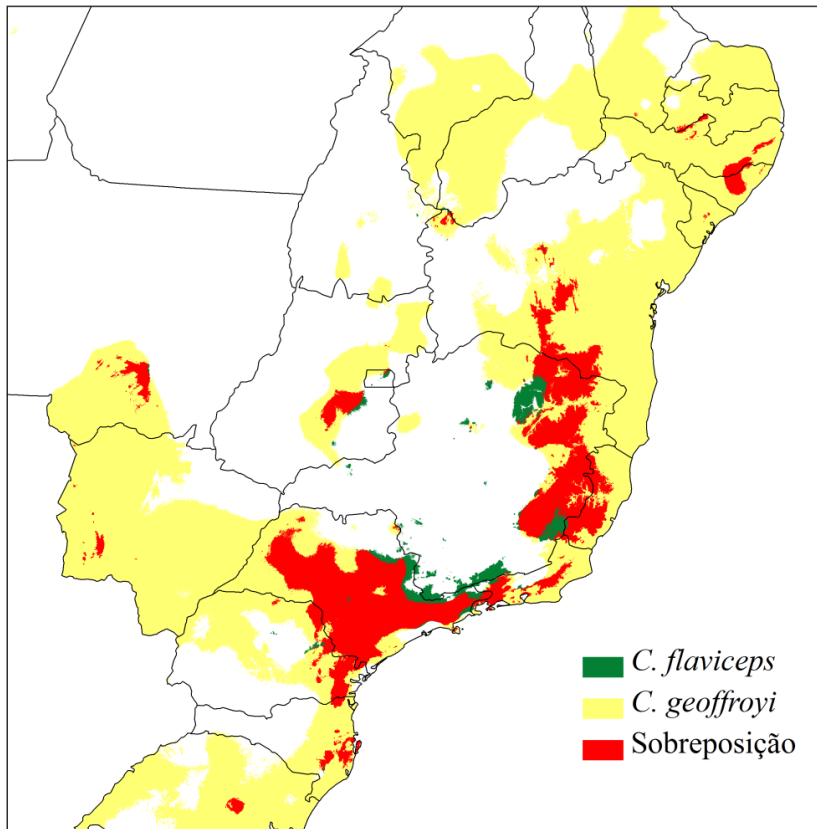


Figura 4 - F

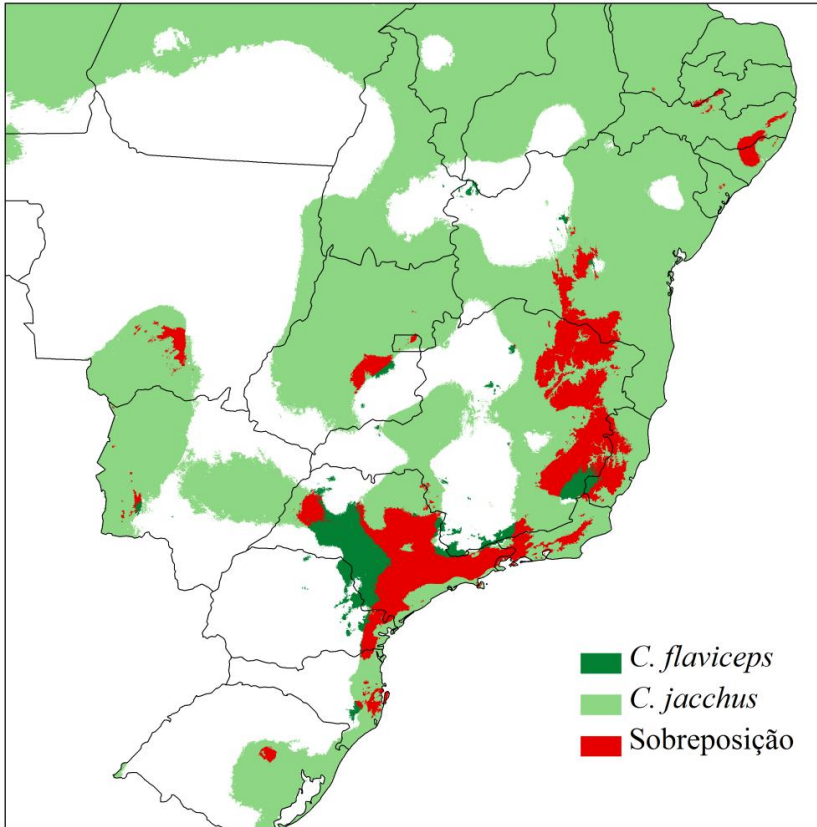


Figura 4 - G

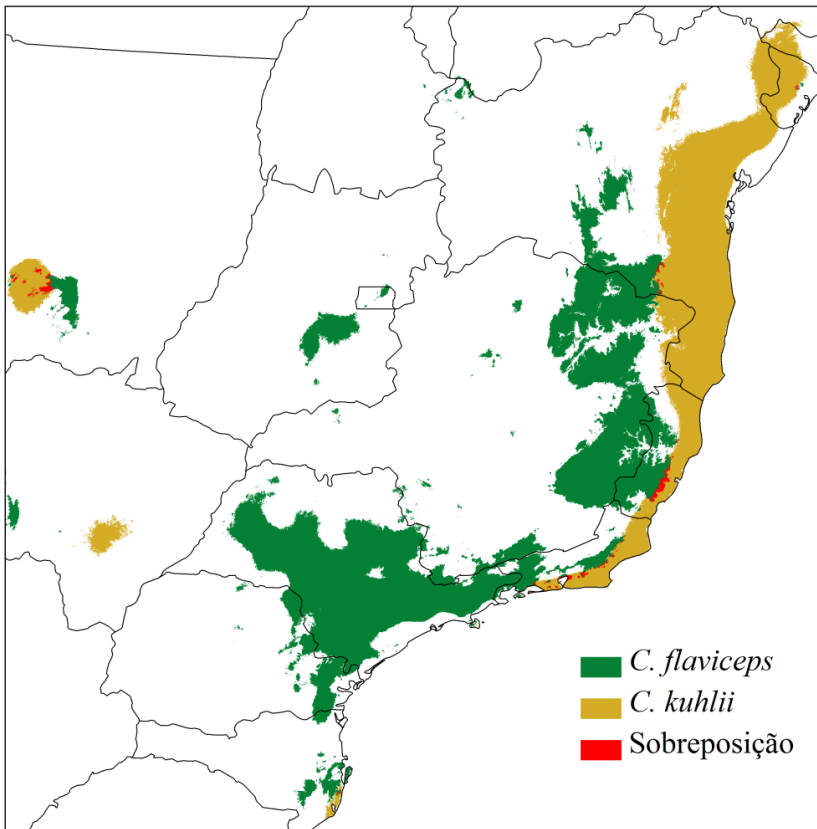


Figura 4 - H

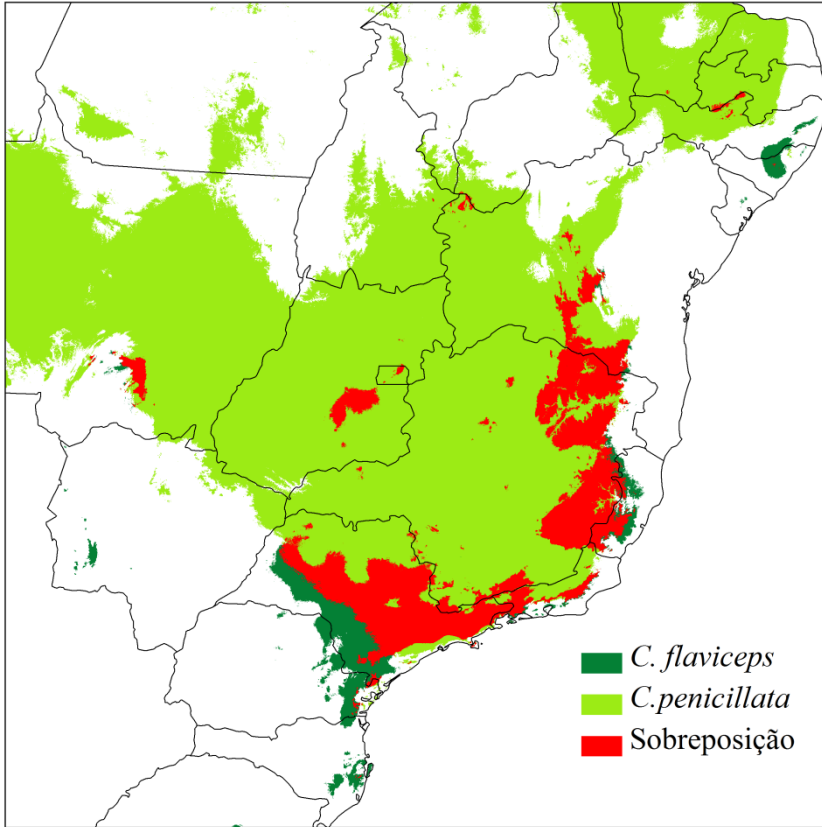


Figura 4 -

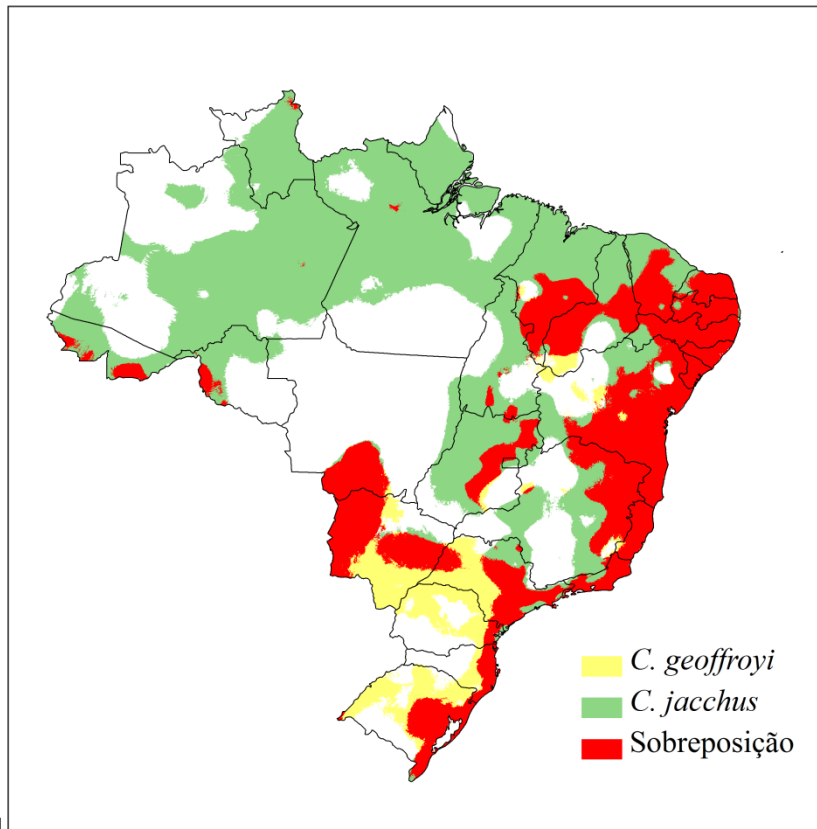


Figura 4 - J

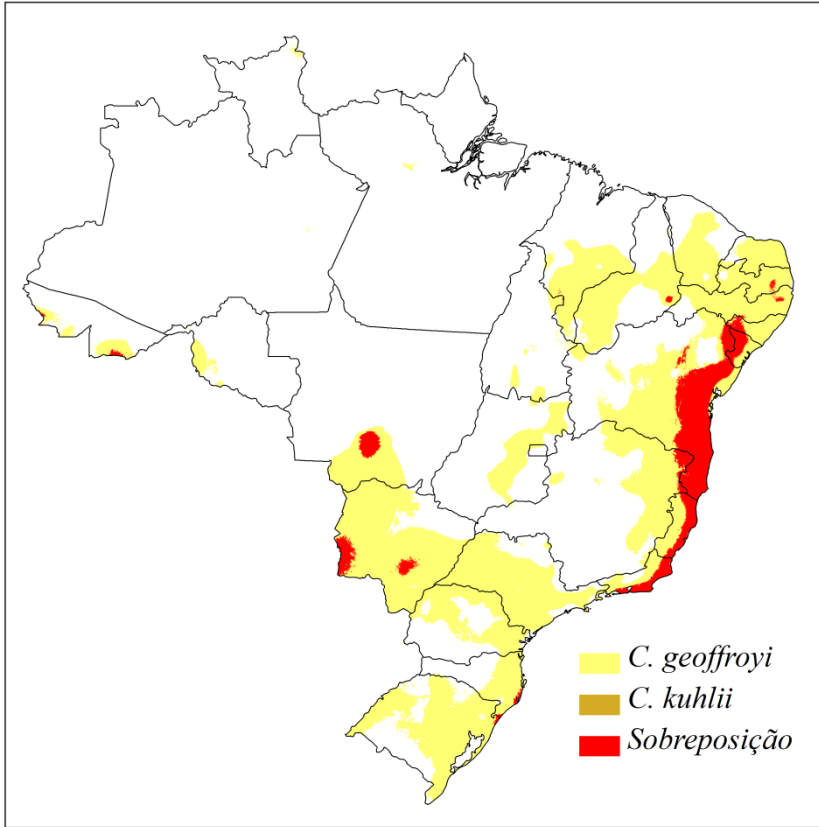


Figura 4 - K

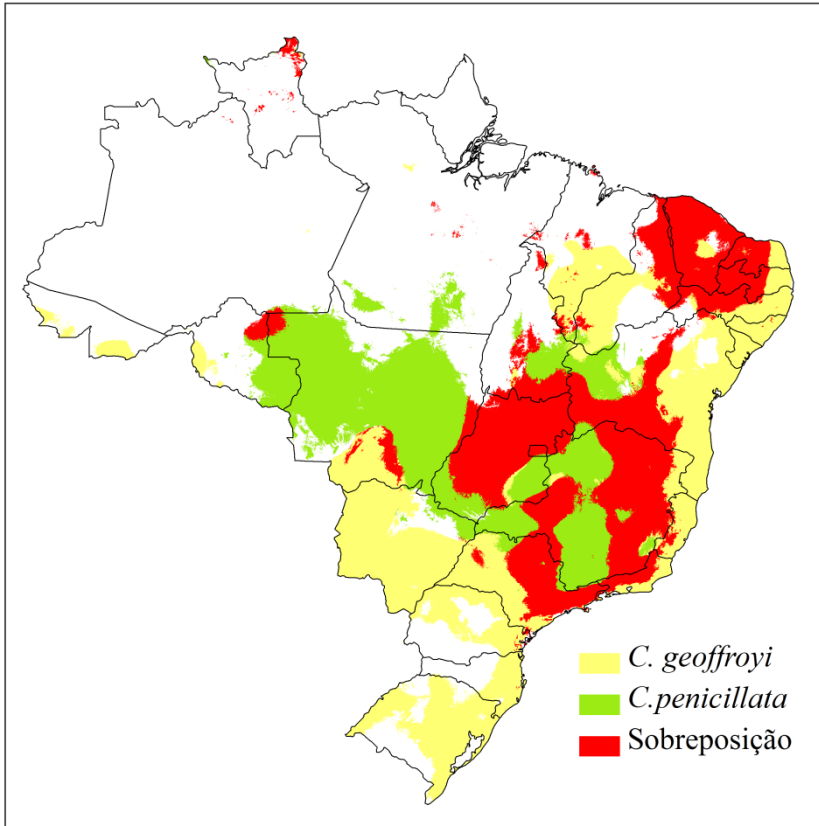


Figura 4 - L

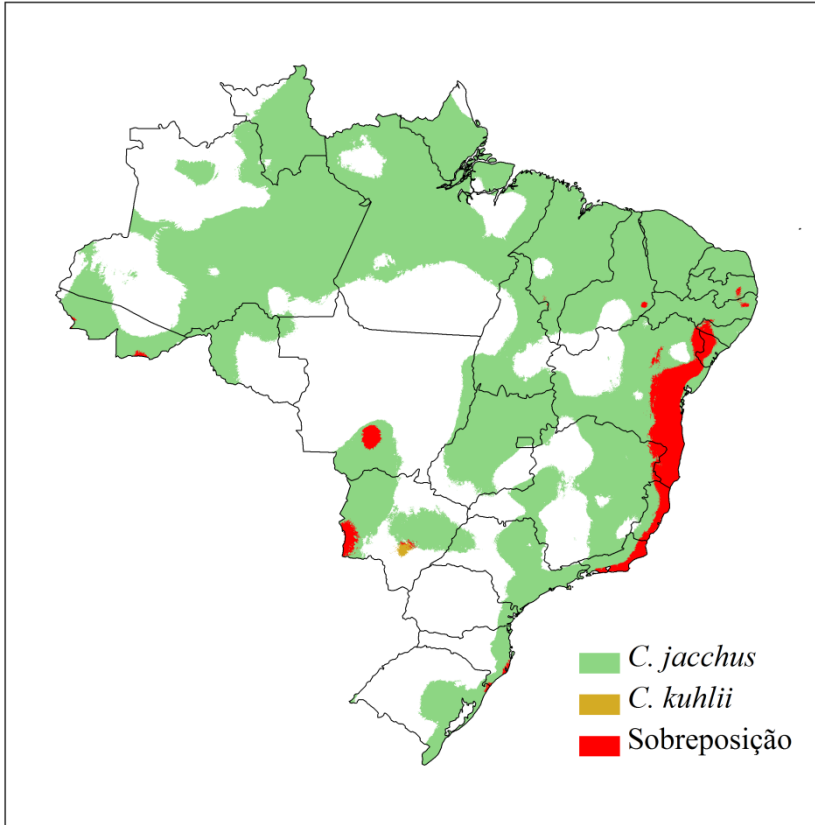


Figura 4 – M

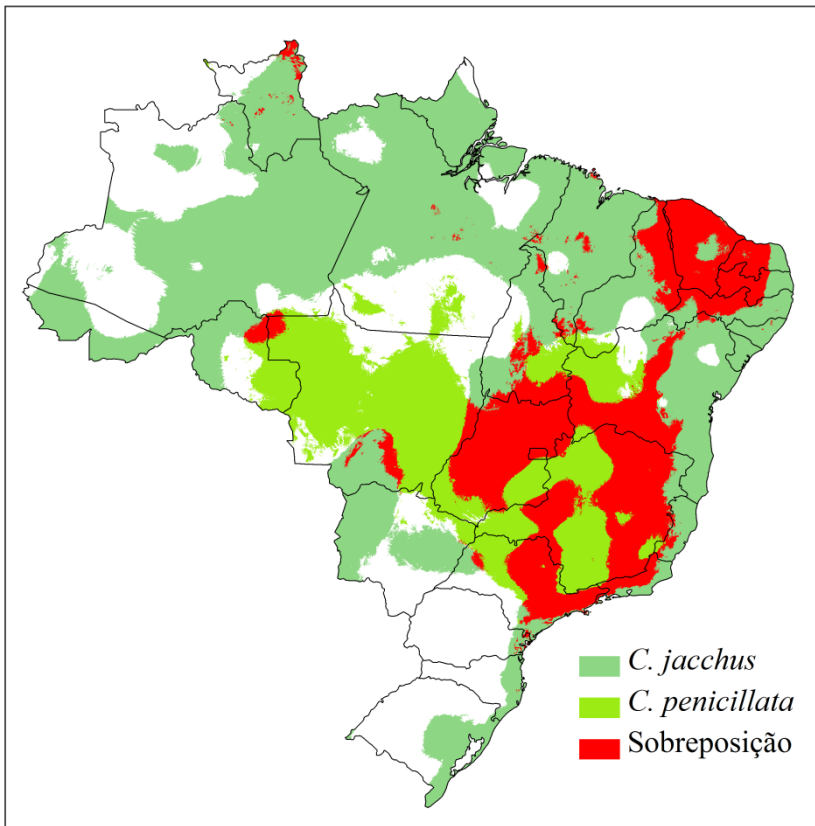


Figura 4 – N



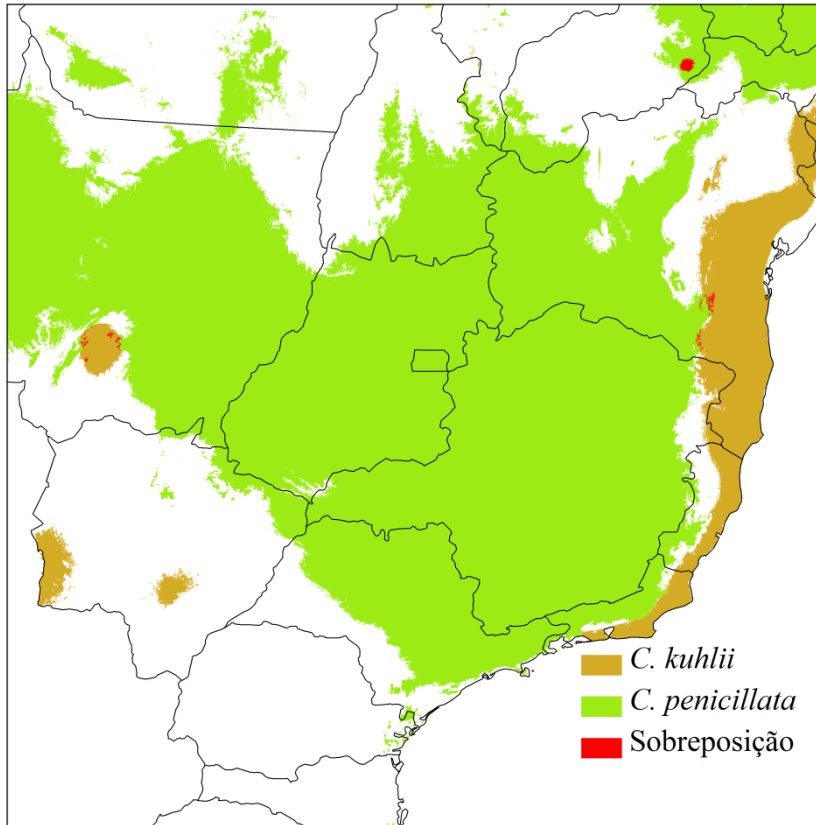


Figura 4 – O

Figura 4 – São apresentados os modelos de adequabilidade Ambiental às espécies de *Callithrix* para a par, e é destacada a área em que estes modelos se sobrepõem.

## Discussão

Os novos registros de ocorrência levantados neste estudo contribuem para um melhor conhecimento da distribuição geográfica das espécies de *Callithrix*, em relação ao apresentado por Hershkovitz (1977) e Vivo (1991).

A localidade de Jataí - município de Luiz Antônio (SP), (localidade no Gazetteer em anexo) estendeu a distribuição conhecida de *C. penicillata* mais ao sul. Com relação a *C. jacchus*, o estado do Rio Grande do Norte, sem registros de ocorrência para a espécie segundo Hershkovitz (1977) e Vivo (1991), passou a contar com quatro registros de ocorrência, sendo a Floresta Nacional de Açu o ponto mais ao norte. À margem esquerda do Rio Parnaíba, há três novos registros (J. S. Silva Jr., comunicação pessoal), sendo Tutóia o ponto mais ao norte da distribuição da espécie.

*Callithrix geoffroyi* tem novos pontos de ocorrência em Minas Gerais, estendendo sua área de distribuição conhecida a oeste, até o Parque Nacional da Serra do Cipó. No Espírito Santo, até Guarapari, ao sul, e no sul da Bahia, estendendo-se ao norte até a margem direita do Rio Doce, na Reserva Natural da Vale, município de Belmonte. No mesmo município, à margem esquerda do Rio Jequitinhonha há registro de ocorrência de *C. kuhlii*, na Estação da CEPLAC.

A distribuição de *C. kuhlii* foi inicialmente proposta por Rylands et al. (1993) como restrita ao sul da Bahia e extremo nordeste de Minas Gerais, onde havia um único registro em Salto da Divisa entre os Rio Jequitinhonha (ao sul) e Rio de Contas (ao norte). As pesquisas de campo realizadas por Oliver & Santos (1991) revelaram presença da espécie ao norte do Rio de Contas, nos municípios de Nazaré e Valença, estendendo a zona de ocorrência da espécie até ao sul do rio Paraguaçu, ao norte do qual já eram reportadas presença de *C. jacchus* e *C. penicillata*, em Ilha Madre Deus e São Gonçalo, respectivamente (Herskovitz, 1977; Vivo, 1991).

Para *C. flaviceps*, além de novos registros de ocorrência no Espírito Santo (com registro mais ao norte permanecendo no município de Santa Teresa), houve extensão da distribuição a oeste, em Minas Gerais, com a localidade de Fazenda Assad Check Faet, no município de Pingo D'Água, à margem esquerda do Rio Doce.

A distribuição geográfica conhecida de *C. aurita*, também teve sua extensão aumentada: o registro mais ao sul permanece como Juréia - Itatins, como proposto por Rylands et al. (1993), no entanto estende-se ao norte do Rio Paraíba do Sul, no estado do Rio de Janeiro, e ao sudeste de Minas Gerais, respectivamente com as seguintes localidades: Serra do Capanema – no município de Natividade, e Fazenda Esmeralda, no município de Rio Casca.

O total de 210 registros de ocorrência de *Callithrix* reportados posteriormente às principais revisões sobre a distribuição geográfica do gênero, Herskovitz (1977) e Vivo (1991), ampliou os limites da distribuição geográfica das seis espécies, no entanto não resolveu algumas lacunas quanto à presença em certas regiões, deixando dúvidas sobre o limite entre suas áreas de distribuição. As regiões prioritárias para novos estudos são o estado do Maranhão a leste do Rio Itapirucu e a o norte da Bahia, onde não foi possível estimar os limites entre a distribuição de *C. penicillata* e *C. jacchus*.

Com relação aos limites geográficos das espécies, há regiões onde a distribuição é claramente limitada por rios, enquanto em outras é possível que os limites sejam definidos por fatores ecológicos, relacionados às características de cada espécie. Conforme é possível observar na Tabela 3, as formações de Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila Densa são encontradas na área de ocorrência das seis espécies, mas elas são predominantes nas áreas de *C. kuhli*, *C. geoffroyi*, *C. flaviceps* e *C. aurita*. O limite entre *C. flaviceps* e *C. geoffroyi*, espécies que habitam, igualmente, estes dois tipos de vegetação no estado do Espírito Santo, é definido por diferenças altitudinais: *C. geoffroyi* é, geralmente, encontrado em altitudes inferiores a 500m, enquanto *C. flaviceps* em altitudes superiores (Hershkovitz, 1977). Quanto às demais espécies, as diferentes formações de savana predominam na área de *C. penicillata*, enquanto para *C. jacchus*, as variedades de savana estépica (caatinga) têm maior relevância.

Estudos anteriores já citavam a presença de *Callithrix* nos biomas Cerrado, Caatinga e Mata Atlântica (Hershkovitz, 1977; Stevenson & Rylands, 1988; Vivo 1991; Rylands et al. 1993), sem especificar, no entanto, as variadas formações vegetacionais onde estas espécies são encontradas. As espécies de distribuição mais restrita, *C. flaviceps* e *C. kuhlii*, provavelmente são mais especialistas em termos de habitat, sendo encontradas, respectivamente em quatro e oito formações diferentes. As áreas de *C. aurita* e *C. geoffroyi* abrangem variedade considerada moderada (em relação às demais da espécie) de formações fitoecológicas, respectivamente 12 e 14. Embora *C. jacchus* tenha distribuição geográfica menos ampla do que *C. penicillata*, foi encontrado em maior número de formações distintas, totalizando 25 tipos de vegetações, contra 20, indicativo de que *C. jacchus* ocupa uma área mais heterogênea. Estes resultados reforçam a hipótese de que *C. jacchus* e *C. penicillata* são generalistas quanto ao habitat (Coimbra-Filho, 1972) e explicam seu potencial invasor. A introdução destas espécies fora de suas áreas de distribuição natural é reportada a partir de 1960 (Cerqueira et al., 1998) e, atualmente, ambas podem ser encontradas no estado do Rio de Janeiro na Floresta da Tijuca, no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, em Ilha Grande, Rio Bonito e Silva Jardim; no Paraná em Maringá, São José dos Pinhais e em Curitiba e no estado de Santa Catarina em Florianópolis (Cerqueira et al., 1998; Cunha & Vieira, 2004; Nunes, 2006; Passos et al., 2006; Ruiz-Miranda et al., 2006; Modesto & Bergallo, 2008; Pereira et al., 2008;). Adicionalmente, *C. jacchus* foi introduzido em Campinas (SP) e *C.*

*penicillata* foi introduzido na Ilha de Anchieta (SP), em Bauru (SP), no Parque Nacional do Itatiaia (SP) e no Parque Estadual do Rio Doce (MG)(Stallings et al., 1991; Alemar, D.G., 2005; Alves, S.L., 2005; de Paula et al., 2005; Júnior & Zara, 2007).

A análise dos polígonos de distribuição estimada, em relação às formações vegetais, também revelou que as espécies do gênero são capazes de habitar ambientes de mesmo tipo vegetacional, com maior ou menor afinidade de cada espécie por certos tipos – mostrando potenciais adaptativos semelhantes, porém distintos. Estes resultados, associados à presença dos grandes rios do leste do Brasil, que podem ter sido barreiras efetivas à distribuição de *Callithrix* em tempos pré-históricos, quando as chuvas eram mais abundantes (Hershkovitz, 1977), podem constituir as causas da distribuição histórica destas espécies parapátricas.

Os registros de ocorrência compilados no presente estudo permitiram produzir modelos com elevados valores de AUC. A espécie de segunda distribuição geográfica mais ampla, *C. jacchus*, apresentou o menor valor de AUC, enquanto *C. kuhlii*, com a segunda menor área de distribuição estimada apresentou modelo com maior valor de AUC. A extensão da distribuição geográfica da espécie e/ou sua tolerância (amplitude do espaço ambiental utilizado) são considerados fatores que à medida que aumentam produzem a diminuição da acurácia do modelo (Hernandez et al., 2006). É possível que a causa desta relação inversa entre extensão da distribuição e AUC esteja na produção de pseudoausências pelo algoritmo. Como a distribuição de *C. jacchus* cobre uma região considerável da área de estudo (Brasil), as chances do algoritmo gerar as pseudoausências aleatórias dentro da área de ocorrência desta espécie devem ser maiores (em relação à espécies de distribuição mais restrita). A consequência é a maior atribuição de características de habitat favorável à (suposta) ausência de *C. penicillata*, o que possivelmente deve afetar a performance do modelo de maneira negativa.

De qualquer forma, todos os valores de AUC obtidos são superiores a 0.9, sendo considerados indicativos de modelos excelentes, de acordo com Metz (1986) e, portanto, passíveis de interpretação. No entanto, os resultados devem ser analisados com cautela: para todas as espécies foram preditas áreas distantes da região de sua ocorrência histórica, em formações fitoecológicas diferentes daquelas onde as espécies são observadas, como

floresta ombrófila densa aluvial, na região norte, e estepe, no sul do Brasil. Estes dados não devem ser entendidos necessariamente como uma habilidade das espécies em colonizar as referidas áreas preditas (na ausência de barreiras à dispersão ou competidores), tampouco constituem uma falha dos modelos. É importante lembrar-se que os modelos de habitat são produzidos pela associação de um conjunto de variáveis ambientais a registros de ocorrência de espécies (Pearson, 2007), ou seja, as áreas preditas na região amazônica e nas estepes sulinas são semelhantes em termos de temperatura, precipitação e altitude às áreas onde as espécies são observadas de acordo com o algoritmo utilizado, o que não significa que sejam capazes de manter populações viáveis destas espécies.

Embora o processo de modelagem não inclua dados bióticos, os resultados da modelagem de habitat demonstraram um padrão consistente com os resultados de vegetação. De acordo com os mapas de área predita, as espécies podem ser classificadas em dois grupos: o primeiro, das espécies cujos modelos foram mais ajustados aos registros de ocorrência, portanto mais restritos. É o exemplo de *C. aurita*, *C. flaviceps* e *C. kuhlii*, as três espécies que são observadas em menor variedade de tipos vegetacionais. O segundo, das espécies que apresentaram modelos mais inclusivos, com áreas preditas mais extensas, ou seja, *C. geoffroyi*, *C. jacchus* e *C. penicillata*, que habitam um conjunto mais variado de tipos de vegetação.

Alguns tipos vegetacionais presentes na área de distribuição estimada não foram previstos nos modelos: Floresta Ombrófila Densa - Terras Baixas e Savana Gramíneo Lenhosa - Campo Limpo de Cerrado para *C. aurita* e Savana Estépica - Vegetação Chaquenha – Parque e Savana Estépica - Vegetação Chaquenha - Arbórea Aberta para *C. jacchus*. A verificação do mapa de registros de ocorrência e polígonos de área distribuição estimada permitiu observar que não existem registros de ocorrência para as espécies mencionadas nas respectivas vegetações, o que sugere que estas áreas não são de fato adequadas a estas espécies, embora estejam dentro da área compreendida entre os locais onde os táxons foram registrados. Este resultado ressalta que a distribuição das espécies não necessariamente é uniforme dentro da região abrangida pelo polígono formado pelos pontos marginais de sua distribuição geográfica, e que áreas classificadas como “lacunas” na distribuição das espécies, não constituem uma falha na amostragem, mas sim um ambiente inadequado. Desta forma, os modelos de habitat, que já têm sido utilizados indicando áreas adequadas à

reintrodução de espécies ou à investigação de campo em busca de novas populações (Pearce and Lindenmayer, 1998; Fleishman et al., 2002; Bourg et al., 2005; Guisan et al., 2006), também podem ser úteis na interpretação de lacunas na distribuição de espécies, graças à sua especificidade, apontando áreas que não devem ser priorizadas em pesquisas por novos registros de ocorrência ou em programas de reintrodução, permitindo uma melhor aplicação de recursos financeiros destinados a espécies ameaçadas, como o *C. aurita*.

A abordagem da fração da área predita para uma espécie que também é adequada às suas congêneras chama atenção para o problema de invasão biológica causado por introdução, principalmente de *C. penicillata* e *C. jacchus* fora de sua área de ocorrência natural. Mais de 68% das áreas preditas a *C. aurita* e *C. flaviceps*, ambas ameaçadas de extinção (MMA, 2008), é adequada à manutenção de populações de *C. penicillata* ou *C. jacchus*, incluindo as áreas que contam com registros de ocorrência. As espécies exóticas podem deslocar as espécies nativas através de competição por limitação de recursos, ou por transmissão de enfermidades; podem ser predadoras das espécies nativas e levá-las à extinção, ou alterar o seu habitat de tal modo que muitas destas espécies não conseguem subsistir (Primack e Rodrigues, 2001; Ricklefs, 2003; Ramos et al., 2004). *Callithrix jacchus* e *C. penicillata* são espécies extremamente generalistas e competitivas quanto ao habitat e seus recursos alimentares (Coimbra-Filho, 1972; Rizzini e Coimbra-Filho, 1981; Bergallo et al., 2000; Miranda e Faria, 2001; Vilela e Faria, 2002; Castro, 2003; Vilela e Faria, 2004),

Além disso, existe a questão da hibridação, que também pode vir a constituir uma ameaça às espécies nativas e encontra-se bem documentada para *Callithrix* (Mendes, 1997). Estudos realizados no estado do Rio de Janeiro já demonstram que o sagüi-de-tufo-branco representa um problema potencial para as populações de *C. aurita* e *Leontopithecus rosalia*, espécies com as quais compete por recursos alimentares (Ruiz-Miranda et al., 2000), e que este invasor também é uma ameaça em potencial às aves, devido à predação de ovos (Cunha & Grelle, 2006). Portanto, os modelos de habitat destes *Callithrix*, alvos de tráfico ilegal, deveriam ser levados em conta nas estratégias de conservação visando prevenir problemas com espécies invasoras.

Já o percentual de sobreposição de áreas preditas em relação à área total aponta para as relações evolutivas entre as espécies deste gênero: os maiores percentuais formam os seguintes pares de espécies: *C. aurita* – *C. flaviceps*, *C. geoffroyi* – *C. kuhlii* e *C. jacchus* – *C. penicillata*, mesma relação proposta por Mendes (1997) com base em modificação de Natori (1984), indicando um padrão apontado tanto por aspectos morfométricos quanto ecológicos.

Tendo em vista o conjunto simples de variáveis adotadas neste estudo, a sobreposição entre áreas preditas também pode ser interpretada como uma interseção de parte do nicho fundamental destas espécies, segundo conceito proposto por Hutchinson (1957): o conjunto de condições ambientais dentro das quais uma espécie pode existir e persistir. Peterson (2003) afirma que as populações adaptadas a diferentes regiões geográficas podem possuir essencialmente: nichos idênticos, nichos completamente diferenciados (sem qualquer interseção), nichos diferenciados (com interseção) e, quando consideradas ao menos três populações, nichos em complexa diferenciação (algum grau de interseção entre todas as populações). Estes conceitos, sendo aplicados ao nível de espécie, permitem classificar as espécies do gênero *Callithrix* como clados que possuem nichos ecológicos em complexa diferenciação. Embora apresentem semelhanças ecológicas, cada uma possui um potencial adaptativo ecológico diferenciado.

As semelhanças entre os nichos fundamentais das espécies de *Callithrix* muito provavelmente fornecem parte da explicação para o nicho ocupado de cada uma. Pearson (2008) define o nicho ocupado como a porção do nicho fundamental que a espécie é capaz de utilizar, dadas as limitações geográficas, históricas e de fatores bióticos (ex. competição). Tendo em vista este conceito, a distribuição geográfica histórica dos *Callithrix* (que corresponde ao seu nicho ocupado), deve ser resultado também da influência que o potencial adaptativo de cada espécie tem sobre sua congênica de distribuição vizinha, impedindo-a de colonizar áreas além de onde atualmente são observadas.

## **Conclusão**

As espécies do gênero distribuem-se ao norte do ângulo formado entre o rios Paranapanema e Ribeira do Iguapé, e a leste dos rios Araguaia, Tocantins e Itapirucu, estendendo-se até a costa atlântica. Apresentam capacidade de habitat formações vegetais

semelhantes e todas são encontradas ocupando floresta ombrófila densa e floresta estacional semidecidual, no entanto a extensão da distribuição geográfica de cada espécie é predominada por tipos vegetacionais diferentes, além disso, apresentam-se mais ou menos especialistas com relação ao habitat, sendo *Callithrix flaviceps* a espécie mais especialista, encontrada somente em quatro tipos de vegetação diferentes, enquanto *C. jacchus* pode ser considerada a mais generalista, presente vinte e três tipos de vegetação diferentes. Eventos de introdução com sucesso da espécie invasora são condizentes com o traço generalista apontado para *C. jacchus*, bem como *C. penicillata*. Essas espécies têm sido sofrido solturas ao longo dos estados do sudeste e do sul do Brasil, podendo constituir ameaça a espécies nativas devido à sua competitividade.

São espécies de distribuição parapátrica e os limites entre áreas ocupadas por espécies vizinhas coincidem com rios - como a presença do Rio Jequitinhonha separando *C. geoffroyi* de *C. kuhlii* e do Rio Paraguaçu separando *C. kuhlii* e *C. jacchus*; com transição entre tipos de vegetação diferentes – como limites entre savana/caatinga entre *C. penicillata* e *C. jacchus* e savana/floresta estacional semidecidual entre *C. penicillata* e *C. aurita*; ou ainda com limites altitudinais, como observado entre *C. geoffroyi*, espécie geralmente observada em baixadas e *C. flaviceps*, mais comum em região serrana, limite já reportado na literatura.

A modelagem de habitat de *Callithrix spp* apresentou ótimos valores de AUC, foi coerente com os dados de vegetação e revelou que o nicho fundamental destas espécies é bem mais amplo que o nicho ocupado. A sobreposição do nicho fundamental de diferentes espécies indica que, embora não exista uma simpatria natural entre os táxons, existem regiões passíveis de serem colonizadas por mais de uma espécie do gênero, provavelmente mantidas em parapatria devido à exclusão competitiva associada a fatores históricos.

## **Bibliografia**

Bergallo, H. G., Geise, L., Bonvicino, C. R., Cerqueira, R., D'andrea, P. S., Esberárd, C. E., Fernandez, F. A. S., Grelle, C. E., Peracchi, A., Siciliano, S., Vaz, S. M. 2000. A fauna ameaçada de extinção do estado do Rio de Janeiro. In: Mamíferos (Ed) Bergallo, H. G., Rocha, C. F. D., Alves, M. A. S., Van Sluys, M.. Rio de Janeiro: EdUERJ. 168 p.



Case, T. J., Holt, R. D., McPeck, M. A. and Keitt, T. H. 2005. The community context of species' borders: ecological and evolutionary perspectives. / *Oikos* 108: 28/4.

Castro, C.S.S. 2003. Tamanho da área de vida e padrão de uso do espaço em grupos de sagüis, *Callithrix jacchus* (Linnaeus) (Primates, Callitrichidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 20 (1): 91-96.

Cerqueira, R.; Marroig, G; & Pinder, L.; 1998, Marmosets and lion-tamarins distribution (Callitrichidae, Primates) in Rio de Janeiro, South-eastern Brazil. *Mammalia*, 62: 213-226.

Coimbra-Filho, A. F. 1972. Aspectos inéditos do comportamento de sagüis do gênero *Callithrix* (Callitrichidae, Primates). *Revista Brasileira de Biologia*, 32 (4): 505-512.

Coimbra-Filho, A. F. 1972. Aspectos inéditos do comportamento de sagüis do gênero *Callithrix* (Callitrichidae, Primates). *Revista Brasileira de Biologia* 32 (4): 505-512.

CRIA - Centro de Referência em Informação Ambiental, disponível em <http://splink.cria.org.br/tools>, acessado de fevereiro a julho de 2010.

Cunha A.A.; Vieira M.V.. 2004. Present and past primate community of the Tijuca forest, Rio de Janeiro, Brazil. *Neotropical Primates* 12:153–154.

Cunha, A.A. & Grelle, C.E.V. 2006. Preliminary observations on habitat, support use and diet in two non-native primates in an urban Atlantic forest fragment: The capuchin monkey (*Cebus* sp.) and the common marmoset (*Callithrix jacchus*) in the Tijuca forest, Rio de Janeiro. *Urban Ecosystem*, 9: 351–359

Deleo, J.M. 1993. Receiver operating characteristic laboratory (ROCLAB): software for developing decision strategies that account for uncertainty. In: *Proceedings of the Second International Symposium on Uncertainty Modelling and Analysis*, pp. 318–25. College Park, MD: IEEE Computer Society Press.

Elith, J., Graham, C.H., Anderson, R.P., Dudik, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R.J., Huettman, F., Leathwick, J.R., Lehmann, A., Li, J., Lohmann, L., Loiselle, B.A., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., Overton, J.M., Peterson, A.T., Phillips, S., Richardson, K., Schachetti P., R., Schapire, R.E., Sobero ´n, J., Williams, S.E., Wisz, M. &

Zimmermann, N.E. (2006) Novel methods improve predictions of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29: 129–151

Graham, R.W.; Lundelius, E.L.; Graham, M.A.; Schroeder, E.K.; Toomey, R.S.; Anderson, E.; Barnosky, A.D.; Burns, J.A.; Churcher, C.S.; Grayson, D.K.; Guthrie, R.D.; Harington, C.R.; Jefferson, G.T.; Martin, L.D.; McDonald, H.G.; Morlan, R.E.; Semken, H.A.; Webb, S.D.; Werdelin, L.; Wilson, M.C. 1996. Spatial response of mammals to late quaternary environmental fluctuations. *Science*, 272: 1601–1606.

Guisan, A. & Thueller, W. 2005. Predicting species distributions: offering more than simple habitat model. *Ecology Letters*, 8(9): 993-1009.

Guisan, A., Graham, C.H., Elith, J. & Huettmann, F. 2007. Sensitivity of predictive species distribution models to change in grain size. *Diversity and Distributions*, 13:332–340.

Hernandez, P.H.; Graham, C.H.; Master, L.L.; Albert, D.L. 2006. The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. *Ecography*, 29: 773-785.

Hershkovitz, P. 1977. *Living New World Monkeys (Platyrrhini)*. The University of Chicago Press. Chicago

Hotelling, H. 1933. Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *Journal of Educational Psychology*, 24, 417-441.

HYDRO1k Elevation Derivative Database, disponível em [http://eros.usgs.gov/#/Find\\_Data/Products\\_and\\_Data\\_Available/gtopo30/hydro](http://eros.usgs.gov/#/Find_Data/Products_and_Data_Available/gtopo30/hydro), acessado em agosto de 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2007. *Malha Municipal Digital do Brasil – 2007*. Rio de Janeiro.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2007. *Mapa de Vegetação do Brasil – 2008*. Rio de Janeiro.

Jolliffe, I.T., 1986. *Principal Component Analysis*. Springer-Verlag, New York.

- Lawton, J.H., Nee, S., Letcher, A.J.; Harvey, P.H. 1994. Animal distributions: patterns and processes. In: Large Scale Ecology and Conservation Biology (Ed.) Edwards, P.J., May, R.M. & Webb, N.R. Blackwell, London, pp. 41–58.
- Maurer, B. A. & Taper, M.L. (2002). Connecting geographic distributions with population processes. *Ecological Letters*, 5: 223–231.
- Mendes, S.L. 1997. Padrões biogeográficos e vocais em *Callithrix* do grupo Jacchus (Primates, Callitrichidae). Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- Miranda, G. H. B., Faria, D. S. Ecological aspects of black-pinelled marmoset (*Callithrix penicillata*) in the Cerradão and dense Cerrado of the Brazilian Central Plateau. *Brazilian Journal of Biology*, 61 (3): 397-404. (2001)
- Mittermeier, R. A., Rylands, A. B. and Coimbra-Filho, A. F. 1988. Systematics: species and subspecies - an update. In: *Ecology and Behavior of Neotropical Primates*, (Ed) R. A. Mittermeier, A. B. Rylands, A. F. Coimbra-Filho and G. A. B. da Fonseca. World Wildlife Fund, Washington, DC, USA.
- Natori, M. 1986. Interspecific relationships of *Callithrix* based on dental characters. *Primates* 27(3): 321-336.
- Natori, M. 1994. Craniometrical variations among eastern Brazilian marmosets and their systematic relationships. *Primates* 35(2): 167-176
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. Unidades de Conservação do Brasil. <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>, acessado em março de 2010.
- Modesto, T.C. & Bergallo, H.G. 2008. Ambientes diferentes, diferentes gastos do tempo entre atividades: o caso de dois grupos mistos do exótico *Callithrix spp.* na Ilha Grande, RJ, Brasil. *Neotropical Biology and Conservation*, 3(3):112-118.
- Mohr, C.O. 1947. Table of equivalent populations in north american small mammals. *The American Midland Naturalist*, 37: 223 -249.
- Moons KG, Biesheuvel CJ, Grobbee DE. 2004. Test research versus diagnostic research. *Clin Chem*, 50:273-276

- Nunes, A.M. 2006. Ecologia cognitiva e forrageio social em híbridos de *Callithrix penicillata* x *Callithrix jacchus* (Primates: Cebidae: Callithrichinae) introduzidos na Ilha de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Passos, F.C., Miranda, J.M.D.; Aguiar, L. M.; Ludwig, G.; Bernardi, I.P.; Moro-Rios, R.F. 2006. Distribuição e ocorrência de primatas no Estado do Paraná, Brasil. In: A Primatologia no Brasil 10 (Ed) Bicca-Marques, J.C., DIPUCRS, Porto Alegre.
- Paynter, R. A., Jr. & Traylor, M. A. J. 1991. Ornithological Gazetteer of Brazil. Cambridge, Mass.: Museum of Comparative Zoology.
- Pearson, K. 2001. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *Philosophical Magazine*, 2, 559-572.
- Pearson, R.G. 2007. Species' Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners. Synthesis. American Museum of Natural History.
- Pearson, R.G. 2008. Species' Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners. Synthesis. American Museum of Natural History.
- Pereira, D.G.; Oliveira, M.E.A.; Ruiz-Miranda, C.R. 2008. Interações entre calitriquídeos exóticos e nativos no Parque Nacional da Serra dos Órgãos – RJ. *Espaço & Geografia*, 11(1): 87 -114.
- Peterson, A.T., Soberon, J. Sanchez-Cordero, V. 1999. Conservatism of ecological niches in evolutionary time. *Science*, 285: 1265–1267
- Phillips, S. J., Anderson, R.P., Shapire, R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecology Modelling*, 190: 231-259
- Primack, R. B., Rodrigues, E. 2001. *Biologia da Conservação*. Londrina: E. Rodrigues. 328 p.
- Ramos, L. A., Rosário, D. A. P., Marchesan, A. M. M. A. 2004. proteção à fauna e à biodiversidade: o princípio da prevenção e os possíveis efeitos nocivos decorrentes da introdução e criação de tilápias e bagre-do-canal (catfish). 8º Congresso Internacional de Direito Ambiental – Fauna, Políticas Públicas e Instrumentos Legais. São Paulo

- Ricklefs, R. E. 2003. A economia da natureza. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro. 503 p.
- Rizzini, C. T., Coimbra-Filho, A. F. 1981. Lesões produzidas pelo sagüi *Callithrix p. penicillata* (E. Geoffroy, 1812) em árvores do Cerrado (Callitrichidae, Primates). *Revista Brasileira de Biologia* 41 (3): 579-583.
- Roosmalen, M.G.M. van & T. van Roosmalen. 2003. The Description of a New Marmoset Genus, *Callibella* (Callitrichinae, Primates), Including its Molecular Phylogenetic Status. *Neotropical Primates* 11(1): 1- 12.
- Ruiz-Miranda, C. R., Affonso, A. G., Martins, A. & Beck, B. B., 2000, Distribuição do sagüi (*Callithrix jacchus*) nas áreas de ocorrência do mico leão dourado no Estado de Rio de Janeiro. *Neotropical Primates.*, 8: 98-101
- Ruiz-Miranda, R.C.; Affonso, A.G.; Morais, M.M.; Verona, C.E.; Martins, A.; Beck, B. 2006. Behavioral and Ecological Interactions between Reintroduced Golden Lion Tamarins (*Leontopithecus rosalia*, Linnaeus, 1766) and Introduced Marmosets (*Callithrix spp*, Linnaeus, 1758) in Brazil's Atlantic Coast Forest Fragments. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 49(1): 99-109.
- Rylands, A.B. & Faria, D.S. 1993. Habits, feeding ecology, and home range size in the genus *Callithrix*. p. 262-272 in Rylands, A.B. (Ed). *Marmosets and Tamarins: Systematics, ecology and Behavior*. Oxford University Press, Oxford.
- Rylands, A. B., Schneider, H., Langguth, A., Mittermeier, R. A., Groves, C. P. and Rodríguez-Luna, E. 2000. An assessment of the diversity of New World Primates. *Neotropical Primates* 8(2): 61-93.
- Tagliaro Ch, Schneider Mpc, Schneider H, Sampaio I & Stanhope M. 1997. Marmoset phylogenetics, conservation perspectives, and evolution of the mtDNA control region. *Molecular Biology Evolution*, 14: 674-684.
- Terribile, L.C.; Diniz-Filho, J.A.F.; De Marco Jr., P. 2010. How many studies are necessary to compare niche-based models for geographic distributions? Inductive reasoning may fail at the end. *Brazilian Journal of Biology*, 70(2): 263-269

Travelingluck World Index, disponível em <http://travelingluck.com/>, acessado de agosto de 2009 a julho de 2010.

Vilela, S. L., Faria, D. S. 2002. Dieta do *Callithrix penicillata* (Primates, Callitrichidae) em áreas de cerrado no Distrito Federal, Brasil. *Neotropical Primates*, 10 (1): 17-20.

Vilela, S. L., Faria, D. S. 2004. Seasonality of the activity pattern of *Callithrix penicillata* (Primates, Callitrichidae) in the Cerrado (scrub savanna vegetation). *Brazilian Journal of Biology*, 64 (2): 363-370.

Vivo, 1991. Taxonomia do gênero *Callithrix* Erxleben, 1777 (Callitrichidae, Primates). Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.

Wisz, M.S.; Hijmans, R.J.; Li, J.; Peterson, A.T.; Graham, C.H.; Guisan, A. 2008. Effects of sample size on the performance of species distribution models. *Diversity and Distributions*, 14: 763–773.

WorldClim – Global Climate Data, disponível em <http://www.worldclim.org/>, acessado em agosto de 2010

## Anexo 1 – Gazetteer.

Registros de ocorrência das espécies do gênero *Callithrix*.

CD = código do registro, UC = Unidade de Conservação. Hachurado em verde claro: localidades não utilizadas no processo de modelagem.

### *Callithrix aurita*

CD	UF	Município	Localidade	UC	Longitude	Latitude	Referência
a1	MG	Além Paraíba	Água Limpa (= Água Viva)		-42.6689	-21.8637	Ávila-Pires, 1969
a2	SP	Bananal	Bananal	EEE	-44.3667	-22.8000	Rylands et al., 1993; Brandão, 1999
a3	SP	Boracéia	Boracéia (Alto R. Tietê)	RB	-48.7500	-22.1667	Hershkovitz, 1977
a4	RJ	Sumidouro	Campinas		-42.6833	-22.1667	Hershkovitz, 1977
a5	SP	Mogi Guaçu	Pádua Sales, Campininha		-47.0000	-22.3000	de Vivo, 1988,
a6	SP	São Roque	São João		-47.0200	-23.5500	Hershkovitz 1977
A8	MG	Viçosa	Faz. Arruda (e fragmentos nas proximidades)		-42.8667	-20.75	Pereira & Gonçalves, 1995
a8	SP	Anhembi	Faz. Barreiro Rico	RPPN	-48.1750	-22.6750	Kinzey, 1982
a9	MG	Carangola	Faz. Boa Vista		-42.0167	-20.7333	Cosenza, 1993
a10	SP	Mogi Guaçu	Faz. da Champion		-47.0000	-22.3333	Olmos & Martuscelli, 1995
a11	SP	Ubatuba	Faz. Escorregosa		-45.0694	-23.4361	Vieira, 1944
a12	MG	Rio Casca	Faz. Esmeralda		-42.7350	-20.0647	Lemos de Sá et al., 1990
a13	RJ	Cambuci	Faz. João Abdo, Monte Verde		-41.9333	-21.4500	Mendes, 1993
a14	MG	Monte Belo	Mata da Olaria - Faz. Lagoa		-46.2500	-21.3833	Martins, 1998
a15	SP	São Luíz do Paraitinga	Faz. Lagoa, Serra do Mar		-45.3333	-23.2500	Olmos & Martuscelli, 1995;
a16	MG	Monte Belo	Faz. Monte Alegre	RPPN	-46.3694	-21.3361	Muskin, 1984
a17	MG	Volta Grande	Faz. Pombal		-42.5392	-21.7708	de Vivo, 1988
a18	MG	Rio Novo	Faz. Rio Novo		-43.1361	-21.4861	Kinzey, 1982
a19	MG	Alfenas	Gaspar Lopes		-45.9333	-21.3667	Kinzey, 1981
a20	SP	Mogi das Cruzes	Itapeti	EEE	-46.2431	-23.5114	Rylands et al., 1993
a21	RJ	Itatiaia	Itatiaia	PARNA	-44.6361	-22.4194	Ávila-Pires & Gouvea, 1977
a22	RJ	Itatiaia	Itatiaia (Casunga)	PARNA	-44.5950	-22.4233	Ávila-Pires & Gouvea, 1977
a23	RJ	Itatiaia	Itatiaia (R. Paraíba do Sul)	PARNA	-44.5831	-22.4267	Hershkovitz, 1977
a24	SP	Peruíbe	Juréia – Itatins	EEE	-47.0040	-24.3117	Rylands et al., 1993

CD	UF	Município	Localidade	UC	Longitude	Latitude	Referência
a25	RJ	Angra dos Reis	Mambucaba	HFMUN	-44.3000	-22.9760	de Vivo, 1988
a26	SP	Mogi Guaçu	Mogi – Guaçu	EEE	-47.1740	-22.2793	Rylands et al.,1993
a27	RJ	Parati	Pedra Branca	PE	-44.6553	-23.2595	Ávila-Pires, 1969
a28	RJ	Pirai	Barra do Pirai	EE	-43.8833	-22.6167	Rylands et al., 1993;
a29	RJ	Itatiaia	R. Paraíba do Sul		-44.5667	-22.5000	Ávila-Pires, 1969;
a30	RJ	Carmo	R. Raraíba do Sul, vale		-42.6167	-21.9333	Cerqueira et al., 1998
a31	MG	Marliéria	Rio Doce (= PERD)	PE	-42.5500	-19.7167	Mittermeier et . al. 1982
a32	RJ	Cantagalo	Santa Rita da Floresta		-42.4333	-21.9167	Ávila-Pires, 1969
a33	SP	São Paulo	Serra da Cantareira (Alto R. Tietê)	PE	-46.6400	-23.4286	Ávila-Pires, 1969
a34	RJ	Natividade	Serra de Capanema		-42.0400	-21.0500	Mendes, 1993
a35	MG	Araponga	Serra do Brigadeiro (Faz. Neblina)	PE	-42.4792	-20.7211	Cosenza & Melo, 1998
a36	SP	Mogi das Cruzes	Serra do Itapety	PMUN	-46.1667	-23.5000	Olmos & Martuscelli, 1995
a37	SP	Cunha	Serra do Mar (Núcleo Cunha)	PE	-45.0667	-23.2500	Corrêa, 1995; Coutinho, 1996
a38	SP	Ubatuba	Serra do Mar (Núcleo Picinguaba)	PE	-45.0833	-23.4167	Hershkovitz, 1977
a39	RJ	Teresópolis	Serra dos Órgãos	PARNA	-42.9858	-22.4494	Miranda Ribeiro, 1924; Ávila-Pires, 1969
a40	MG	Santana do Deserto	Silveira Lobo		-43.1952	-21.9344	Hershkovitz, 1977
a41	MG	Carangola	Sítio São Martinho		-42.0333	-20.7167	Cosenza, 1993; Mendes, 1997
a42	SP	Atibaia			-46.6530	-23.1667	Mendes, 1997
a43	SP	Campinas			-47.0833	-22.9000	Hershkovitz, 1977
a44	SP	Itatiba			-46.8387	-23.0068	Ávila-Pires, 1969
a45	RJ	Petrópolis			-43.1833	-22.5000	Brandão & Develey, 1998
a46	SP	Santa Isabel			-46.2235	-23.3164	Olmos & Martuscelli, 1995
a47	SP	São Paulo			-46.5000	-23.5000	Hershkovitz, 1977
a48	MG	Viçosa			-42.8667	-20.7000	Mendes, 1993
a49	RJ	Petrópolis	Reserva Biológica de Araras	REBIO	-43.2827	-22.4505	Alves & Andriolo, 2005
a50	SP	Araras	Faz. São José - Mata São José		-47.4667	-22.3667	Bernardo & Galetti, 2004; Fleury2004,
a51	SP	Cotia	Reserva Florestal do Morro Grande	RF	-46.9700	-23.7269	Metzger et. al, 2006
a52	SP	São Paulo	Parque Estadual da Cantareira	PE	-46.5908	-23.3950	Treveling et at., 2007
a53	MG		Parque Nacional do Itatiaia	PARNA	-44.6667	-22.3833	Ávila-Pires & Gouvêa, 1977



*Callithrix flaviceps*

CD	UF	Município	Localidade	UC	Longitude	Latitude	Referência
f1	ES	Itarana	Alto Jatibocas		-40.8667	-19.9833	Mendes, 1993, 1997
f2	ES	Santa Teresa	Augusto Ruschi	REBIO	-40.5556	-19.8556	Hershkovitz, 1977; Hilário, 2009
f3	MG	Faria Lemos	Cachoeira do Vazito		-41.9667	-20.7833	Cosenza, 1993
f4	ES	Alegre	Engenheiro Reeve		-41.4667	-20.7667	Thomas, 1903; Ávila-Pires, 1969
f5	MG	Pingo d'Água	Faz. Assad Check Faet		-42.4389	-19.7281	Rylands, 1996
f6	MG	Pingo d'Água	Faz. Eraldo Almeida Alves		-42.4250	-19.7500	Hirsch et al., 1997
f7	ES	Ibatiba	Faz. José Jovelino Nunes		-41.5417	-20.2750	Mendes, 1993
f8	MG	Entre-Folhas	Faz. Nenê Salim		-42.2317	-19.6656	Hirsch et al., 1997
f9	MG	Caiana	Faz. Torresmo		-41.9500	-20.7333	Cosenza, 1993
f10	MG	Lajinha	Faz. Vicente Florindo		-41.6150	-20.1240	Ferrari & Mendes, 1991
f11	MG	Caratinga	Feliciano Miguel Abdala	RPPN	-41.8167	-19.7333	Mittermeier et al., 1980
f12	ES	Castelo	Forno Grande	PE	-41.1056	-20.5056	Ferrari & Mendes, 1991
f13	MG	Mutum	Lajinha do Mutum		-41.4197	-19.7206	Oliver & Santos, 1991
f14	MG	Simonésia	Mata do Sossego	RPPN	-42.0833	-20.0667	Coimbra Filho et al., 1981; Mendes & Melo,
f15	MG	Caratinga	Matãozinho / Faz. Montes Claros		-41.8389	-19.7444	Hirsch et al., 1997
f16	ES	Domingos Martins	Pedra Azul	PE	-40.9217	-20.3933	Ferrari & Mendes, 1991
f17	ES	Santa Leopoldina	Represa de Rio Bonito	UHE	-40.6014	-20.0500	Mendes, 1993
f18	MG	Manhuaçu	Rod. BR-116 (Rio - Salvador), km 405		-42.0333	-20.2333	Coimbra Filho, 1972
f19	ES	Santa Teresa	Santa Lúcia	EB	-40.5403	-19.9653	de Vivo, 1988
f20	ES	Santa Teresa	São Lourenço	EB	-40.6083	-19.9417	Mendes, 1991
f21	ES	Santa Maria do Jetibá	São Sebastião		-40.7000	-20.0333	Mendes, 1993
f22	MG	Caiana	Serra da Caiana		-41.9333	-20.6833	Mendes, 1991
f23	ES	Santa Teresa	Sítio dos Irmãos Mendane		-40.5667	-19.9333	Ferrari & Mendes, 1991
f24	ES	Alfredo Chaves			-40.7500	-20.6333	Hershkovitz, 1977
f25	ES	Guaçuí			-41.6833	-20.7667	Hershkovitz, 1977
f26	ES	Santa Teresa			-40.6028	-19.9194	Ávila-Pires, 1969;

CD	UF	Município	Localidade	UC	Longitude	Latitude	Referência
f27	ES	Santa Teresa	Faz's dos Srs Aristeu Mageski e Leomar		-40.5833	-19.9500	Passamani, 2003
f28	ES	Santa Teresa	Reserva Biológica Augusto Ruschi		-40.5500	-19.8667	Hilário & Ferrari, 2009

*Callithrix geoffroyi*

CD	UF	Município	Localidade	UC	Longitude	Latitude	Referência
g1	MG	Machacalis	Alto R. Itanhém		-40.7528	-17.0861	Ávila-Pires, 1969
g2	MG	Araçuaí	Alto R. Jequitinhonha		-42.0667	-16.8667	Hershkovitz, 1977
g3	MG	R. Piracicaba	Alto R. Piracicaba		-43.1667	-19.9167	Hershkovitz, 1977
g4	ES	Aracruz	Aracruz Celulose	RF	-40.1167	-19.8000	Hershkovitz, 1977
g5	ES	Santa Teresa	Augusto Ruschi (ex- Nova Lombardia)	REBIO	-40.5583	-19.8583	Hershkovitz, 1977
g6	MG	Governador Valadares	Baixo R. Suaçuí / R. Doce		-41.9333	-18.8333	Lima, 1990
g7	ES	Santa Leopoldina	Cachoeira Véu de Noiva		-40.5333	-20.0500	Mendes, 1993
g8	MG	Conceição do Mato			-43.4200	-19.0900	Hershkovitz, 1977
g9	MG	Chapada do Norte	R. Capivarí		-42.5300	-17.1000	Rylands <i>et al.</i> , 1988
g10	MG	Araçuaí	Faz. Arqueana		-41.9060	-16.7200	Rylands <i>et al.</i> , 1988
g11	MG	Timóteo	PERD		-42.5670	-19.5280	Santos <i>et al.</i> 1983
g12	ES	Guarapari	Parque Estadual Paulo César Vinha		-40.4200	-20.5800	Venturini <i>et al.</i> , 1996
g13	ES	Pinheiros	Córrego do Veado		-40.1547	-18.3581	Mittermeier <i>et al.</i> , 1982
g14	ES	Conceição da Barra	Córrego Grande (ex- Faz.)	REBIO	-39.8190	-18.2528	Mendes, 1991
g15	ES	Cariacica	Duas Bocas	RBE	-40.5053	-20.3056	Mendes, 1991
g16	BA	Porto Seguro	Estação Veracruz	RF	-39.1719	-16.3919	Rylands <i>et al.</i> , 1993; Carvalho, 2004
g17	MG	Joaima	Faz. Anta Podre		-41.0289	-16.6558	Rylands <i>et al.</i> , 1988
g18	ES	São Domingos	Faz. Dez de Agosto		-40.6389	-19.1389	Kinzey, 1982
g19	ES	Linhares	Faz. Jacaré		-40.0500	-19.3833	Hershkovitz, 1977
g20	ES	São Domingos	Faz. São José (= Mata de São José)		-40.6556	-19.1556	Kinzey, 1982
g21	BA	Belmonte	Gregório Bondar / Reserva Florestal CVRD No. 27	EEx	-39.2000	-16.0500	Lima, 1990;
g22	ES	Conceição da Barra	Itaúnas	PE	-39.7639	-18.5972	Oliver & Santos, 1991
g23	ES	Vila Velha	Jacarenema	APAE	-40.3667	-20.4167	Mendes, 1997
g24	ES	Linhares	Lagoa Juparanã		-40.0694	-19.3361	Ávila-Pires, 196;
g25	ES	Linhares	Linhares – CVRD	RF	-39.9556	-19.1222	Mendes, 1991; Passamani, 1996

CD	UF	Município	Localidade	UC	Longitude	Latitude	Referência
g26	ES	Vitória	Mata da Ecologia - UFES	EE	-40.3440	-20.3167	Obs. pessoal
g27	ES	Serra	Mestre Álvaro	APAE	-40.3833	-20.1333	Oliver & Santos, 1991
g28	ES	Vitória	Morro das Argolas		-40.3500	-20.3200	Hershkovitz, 1977
g29	BA	Porto Seguro	Pau Brasil / Reserva Florestal CVRD No. 12	EEx	-39.2790	-16.4950	Lima, 1990
g30	ES	Ibiraçu (antiga Pau)	Pau Gigante		-40.3694	-19.8361	Ávila-Pires, 1969
g31	ES	Guarapari	Paulo César Vinha	PE	-40.4167	-20.5833	Venturini et al., 1996
g32	ES	Linhares	Povoação		-39.8333	-19.4167	Mendes, 1997
g33	ES	Domingos Martins	prox. da Sede		-40.6528	-20.3694	Mendes, 1993
g34	BA	Teixeira de Freitas	prox. da Sede		-39.7500	-17.5167	Oliver & Santos, 1991
g35	ES	CoLatitudaína	R. Doce (b)		-40.6250	-19.5333	Hershkovitz, 1977;
g36	MG	Almenara	R. Jequitinhonha, m.dir.		-40.6833	-16.2333	Rylands et al., 1988
g37	MG	Salto da Divisa	R. Jequitinhonha, m.dir.		-39.9333	-16.0833	Rylands et al., 1988
g38	ES	Santa Leopoldina	Represa Suíça	UHE	-40.5500	-20.0667	Oliver & Santos, 1991
g39	BA	Teixeira de Freitas	Rod. BR-101 (Teixeira de Freitas - Vitória), 15 km da Sede,		-39.7510	-17.6060	Oliver & Santos, 1991
g40	ES	Linhares	Rod. BR-101 (Vitória - Salvador), km 12-18 do trecho local		-40.0694	-19.3028	Hershkovitz, 1977
g41	ES	Santa Teresa	Santa Lúcia	EB	-40.5944	-19.9611	Mendes, 1991
g42	ES		Sooretama	REBIO	-40.0889	-18.9889	Kinzey, 1982
g43	MG	Itinga	Taquaral		-41.8694	-16.7194	Rylands et al., 1988
g44	ES	Vila Velha	Vila Velha do Espírito Santo		-40.3180	-20.3630	Ávila-Pires, 1969
g45	ES	Alto Rio Novo			-41.0333	-19.0500	Mendes, 1997
g46	MG	Teófilo Otoni			-41.5083	-17.8583	Ávila-Pires, 1969
g47	ES	Aracruz		RF	-40.2833	-19.8167	Hershkovitz, 1977
g48	ES	Linhares	Linhares – CVRD	RF	-39.9611	-19.1278	Rylands et al., 1993
g49	ES	Ibiraçu (antiga Pau)			-40.3722	-19.8389	Hershkovitz, 1977
g50	MG	Morro do Pilar	Parque Nacional da Serra do Cipó		-43.5169	-19.2578	Oliveira, L.C., et al. 2003
g51	ES	Aracruz	Área da aracruz Celulose		-40.1233	-19.8000	Passamani, 2000
g52	ES	Santa Teresa	Propriedades particulares dos Srs Aristeu Mageski e Leomar		-40.5833	-19.9500	Passamani, 2000
g53	ES	Santa Teresa	REBio Augusto Ruschi		-40.5190	-19.9230	Mendes, S.L., Comunicação Pessoal

*Callithrix jacchus*

CD	UF	Município	Localidade	UC	Longitude	Latitude	Referências
j1	MA	São João dos Patos			-43.7022	-6.4950	Hershkovitz, 1977
j2	CE	Pacoti	Serra de Guaramiranga		-38.9300	-4.2300	Hershkovitz, 1977
j3	CE	Mulungu			-39.0000	-4.3000	Hershkovitz, 1977
j4	CE	Baturité			-38.8800	-4.3300	Hershkovitz, 1977
j5	CE	Crato			-39.3800	-7.2300	Hershkovitz, 1977
j6	CE	Iguatu			-39.3000	-6.3700	Hershkovitz, 1977
j7	PB	Mamanguape			-35.1200	-6.8300	Hershkovitz, 1977
j8	PB	João Pessoa	Nossa Senhora da Penha		-34.8110	-7.1700	Hershkovitz, 1977
j9	PB	Coremas			-37.9700	-7.0200	Hershkovitz, 1977
j10	PE	Paulo Afonso	Tapera		-38.2333	-9.3833	Hershkovitz, 1977
j11	PE	Triunfo			-38.1017	-7.8381	Hershkovitz, 1977
j12	PE	São Lourenço da Mata			-35.0500	-8.0000	Hershkovitz, 1977
j13	PE	Recife	Dois Irmãos		-34.9000	-8.0500	Hershkovitz, 1977, Pontes & Soares, 2005
j14	AL	Quebrangulo			-36.4800	-9.3300	Hershkovitz, 1977
j15	AL	Maceió			-35.7590	-9.6700	Hershkovitz, 1977
j16	AL	Coruripe	Mangabeiras		-36.1300	-9.9500	Hershkovitz, 1977
j17	BA	Santa Rita de Cássia			-44.5300	-11.0000	Hershkovitz, 1977
j18	PI	Piracuruca	Deserto		-41.6000	-3.6500	Hershkovitz, 1977
j19	BA	Madre Deus			-38.6200	-12.6480	Hershkovitz, 1977
j20	BA	São Francisco do Conde	Curupeba, Recôncavo		-38.6000	-12.7167	Hershkovitz, 1977
j21	BA	Vera Cruz	Ilha de Itaparica		-38.6088	-12.9600	Hershkovitz, 1977
j22	PI	Valencia			-41.7500	-6.4000	Kinzey, 1982
j23	PE	Vicência	Água Azul		-35.3300	-7.6700	Kinzey, 1982
j24	PE	Vitória de Santo Antão			-35.3000	-8.1200	Kinzey, 1982
j25	PE	Água Preta			-35.5200	-8.7000	Kinzey, 1982
j26	CE	Irauçuba	Juá		-39.8700	-3.8800	Vivo, 1991
j27	CE	Barbalha	Arajara		-39.3800	-7.3300	Vivo, 1991
j28	PE	Caruaru	Sítio Vertentes		-35.9000	-8.2800	Vivo, 1991
j29	PE	São Lourenço da Mata	Estação Ecológica de Tapacurá		-35.0214	-8.0035	Scanlon et al. (1988), Melo, 1998, Melo,
j30	PI		Parque Nacional de Sete Cidades		-41.7167	-4.0833	Digby et al., 1996

CD	UF	Município	Localidade	UC	Longitude	Latitude	Referência
j31	CE	Fortaleza	Mondubim		-38.5800	-3.8000	Hershkovitz, 1977
j32	CE	São Benedito			-40.8800	-4.0500	Hershkovitz, 1977
j33	CE	Ipu	Serra do Ibiapaba (Ipu fica inserido nessa serra)		-40.7000	-4.3300	Hershkovitz, 1977
j34	CE	Pacoti			-38.9300	-4.2200	Hershkovitz, 1977
j35	CE	Guaramiranga	Pernambuquinho		-38.9500	-4.2300	Hershkovitz, 1977
j36	BA		Ao redor de Alagoinhas		-38.3500	-12.1700	Alonso et al., 198)
j37	CE	Araripe	Araripe - Apodí (Chapada do Araripe)	FLONA	-40.0000	-7.3333	Ávila-Pires, 1969
j38	SE	Cristinápolis	Faz. Cruzeiro, 13 km a SSE da Sede, m.esq. do R. Real		-37.7500	-11.5000	Mendes, 1997
j39	PB	Sapé	Faz. Pacatuba (Usina Santa Helena, 40 km a W de João	RPPN	-35.1667	-7.0500	Mendes, 1997
j40	PB	Mamanguape	Guaribas	REBIO	-35.1167	-6.6833	Rylands, 1993
j41	BA	Salvador	prox. da Sede		-38.4940	-12.9833	Hershkovitz, 1977
j42	AL	São Miguel dos Campos	Usina Sinimbu, Manimbu		-36.0833	-9.7833	Hershkovitz, 1977
j43	SE	Brejo Grande			-36.4500	-10.4167	Mendes, 1997
j44	RN	Nísia Floresta		FLONA	-35.2000	-6.0833	Digby & Barreto, 1993; Silva, 2003,
j45	PE	Camarabige			-34.9817	-8.0203	Bezerra et. al.,2009
j46	PE	Jaqueira e área vizinha	RPPN Frei Caneca	RPPN	-35.8333	-8.7167	Silva-Júnior, 2007
j47	RN	Açu	Floresta Nacional de Açu do Instituto Chico Mendes	FLONA	-36.9372	-5.5562	Dias, 2007; Cutrim 2007; Martins, 2006;
j48	PE	Tamandaré	Reserva Biológica de Saltinho	REBIO	-35.1740	-8.7200	Camarotti, 2009
j49	RN	Macaíba	Escola Agrícola de Jundiáí		-35.3833	-5.8833	Cutrim, 2007, Ribeiro 2007, Souza &
j50	PE	Ipojuca	RPPN Nossa Senhora do Outeiro de Maracaípe	RPPN	-35.0181	-8.5300	Verissimo, 2007
j51	PI		Parque Nacional Serra Da Capivara	PARNA	-42.6005	-8.6934	Santos, 2007 (T)
j52	RN	Nísia Floresta	Estação Florestal de Experimentação e Pesquisa do IBAMA -		-35.2000	-6.0833	Souza, 1999 (D); Perea et al. 1999; Perea
j53	RN	Natal	Parque Estadual Dunas de Natal Jornalista Luiz Maria Alves	PE	-35.2150	-5.8280	Hattori, 2004
j54	PI		Prox. A Gilbués - Reserva Biológica - Green Wing Valley - Serra	REBIO	-45.0000	-9.0000	Izar et al. 2006
j55	PE		A 40km leste de Recife - floresta na área de uma moradia		-35.0231	-7.9333	Schiel & Huber, 2006
j56	MA	Timon	Margem esquerda do R. Parnaíba		-42.8333	-5.1167	Silva Jr, J.S.. (comunicação pessoal)
j57	MA	União	Margem direita do R. Parnaíba		-42.8667	-4.5833	Silva Jr., J.S. (comunicação pessoal)
j58	MA	Tutóia			-42.3000	-2.7667	Silva Jr., J.S. (comunicação pessoal)

*Callithrix kuhlii*

CD	UF	Município	Localidade	UC	Longitude	Latitude	Referências
k1	BA	Ilhéus	Aritaguá, Sambaituba		-39.1000	-14.7167	Mendes, 1997
k2	BA	Ilhéus	Aritaguá, Urucutuca		-39.1167	-14.6500	Mendes, 1997
k3	BA	Ilhéus	Banco da Vitória		-39.1000	-14.8000	Mendes, 1997
k4	BA	Santa Luzia	16 km a SE de Una, R. São Pedro	EEx	-39.2028	-15.3861	Rylands et al., 1993; Pinto & Rylands, 1997
k5	BA	Uma	Djalma Bahia	EEx	-39.0528	-15.2861	Pinto & Rylands, 1997
k6	BA	Ilhéus	Japu, Repartimento		-39.0800	-14.8300	Mendes, 1997
k7	BA	Belmonte	Faz. Boa Vista, m.dir. do R. Jequitinhonha		-39.2833	-16.0500	Lima, 1990
k8	MG	Salto da Divisa	Faz. Boa Vista, m.esq. do R. Jequitinhonha		-40.0833	-15.9030	Lima, 1990
k9	BA	Uma	Faz. Bolandeira, Comandatuba, 10 km ao S de Una pela Rod. BA-001		-39.0070	-15.3640	Pinto & Rylands, 1997
k10	BA	Itapetinga	Faz. Camponesa, Estr. da Balsa do R. Pardo, ao S de Itapetinga		-40.2028	-15.4028	Pinto & Rylands, 1997
k11	BA	Buerarema	Faz. da Fortuna (Rib. da Fortuna, a 5 km pela Rod. BA-251 Buerarema - Ilhéus)	EMC	-39.3167	-14.9500	Mendes, 1997;
k12	BA	Uma	Faz. Dendhevea, 20 km a L de Una, pela Estr. Una – Arataca		-39.2194	-15.2361	Pinto & Rylands, 1997
k13	BA	Nova Canaã	Faz. Limoeiro, 10 km pela Estr. Nova Canaã – Itajaí		-40.1361	-14.8861	Pinto & Rylands, 1997
k14	MG	Salto da Divisa	Faz. Morro Grande, m.esq. do R. Jequitinhonha		-40.0889	-15.8990	Rylands et al., 1988
k15	BA	Uma	Faz. Pindorama, 10 km a SW da Sede Una, m.dir. do R.		-39.1694	-15.3194	Pinto & Rylands, 1997
k17	BA	Gongogi	Faz. Riacho do Filó, região do Piancó, m.esq. do R. Gongoji		-39.5194	-14.3361	Pinto & Rylands, 1997
k18	BA	Itambé	Faz. Santa Júlia, região do R. Piabanha e Reibeirão da Onça		-40.2194	-15.1528	Pinto & Rylands, 1997
k19	BA	Uma	Lemos Maia	EEX	-39.0833	-15.2500	Oliver & Santos, 199
k20	BA	Mascote	Mata do Brejo, m.esq. do R. Pardo, a O da Sede		-39.3000	-15.5833	Pinto & Rylands, 1997
k21	BA	Itabuna	Vizinhança de		-39.2833	-14.8333	Oliver & Santos, 1991
k22	BA	Nazaré	Vizinhança de		-39.0000	-12.9833	Oliver & Santos, 1991
k23	BA	Valença	Vizinhança de		-39.0194	-13.3028	Oliver & Santos, 1991
k24	BA	Ilhéus	R. do Braço (em várias fazendas)		-39.2667	-14.6500	Mendes, 1997;
k25	BA	Belmonte	R. Jequitinhonha, prox. da Foz do R. Belmonte		-39.2833	-16.0500	Rylands et al., 1993
k26	BA	Canavieiras	R. Pardo		-38.9600	-15.6500	Hershkovitz, 1977
k27	BA	Canavieiras	região de Oiteiro e próximo do Sul, a O da Rod. BR-101		-39.0028	-15.5028	Pinto & Rylands, 1997
k28	BA	Ilhéus	região de Olivença e Lagoa do Mabaça		-39.0833	-14.9167	Pinto & Rylands, 1997
k29	BA	Ilhéus	região de Sapucaieira, entre Olivença e a REBIO de Uma		-39.0694	-15.0528	Pinto & Rylands, 1997
k30	BA	Ibicuí	região do Alto R. do Ouro, a L do R. Novo e a SE de Ibitupã		-39.7361	-14.5528	Pinto & Rylands, 1997
k31	BA	Itororó	região do Barro Branco e Riacho Caracol, a L de R. do Meio		-39.9861	-15.0694	Pinto & Rylands, 1997

CD	UF	Município	Localidade	UC	Longitude	Latitude	Referência
k32	BA	Potiraguá	região dos Córrego Angelim e Salinada, 19 km a SE de		-39.7528	-15.7194	Pinto & Rylands, 1997
k33	BA	Ilhéus	Repartimento, Japu		-39.2000	-14.9167	Mendes, 1997
k34	BA	Ilhéus	Repartimento, Pontal dos Ilhéus		-39.0700	-14.8196	Mendes, 1997;
k35	BA	Ilhéus	Rod. BA-001 (Ilhéus - Canavieiras), a 7 km ao S da Sede		-39.0660	-14.8556	Oliver & Santos, 1991
k36	BA	Itarantim	Serra do Felício, a NE de Jordânia, na divisa BA/MG		-40.1528	-15.8028	Pinto & Rylands, 1997
k37	BA	Una	Uma	REBIO	-39.0556	-15.1889	Lima, 1990
k38	BA	Una	Reserva Biológica de Uma		-39.1669	-15.1672	Raboy & Dietz, 2004
k39	BA		Serra das Lontras		-39.3800	-15.2000	Moreira, 2009
k40	BA		Serra de Javi		-39.3000	-15.1667	Moreira, 2009
k41	BA		Parque Estadual Serra do Conduru		-39.0972	-14.4557	Moreira, 2009
k42	BA	Itororó	Cabana da Ponte, mata próxima ao aterro sanitário de Itororó		-40.0382	-15.1015	Neves, 2008
k43	BA	Itororó	Faz. Futurosa, próximo a Itati		-40.0014	-14.9903	Neves, 2008
k44	BA	Itororó	Faz. Santa Maria, estrada entre os municípios Rio do Meio e Itati		-40.0434	-15.0197	Neves, 2008
k45	BA		Faz. São Pedro, estrada entre Itapetinga e Maiquinique		-40.2392	-15.3641	Neves, 2008
k46	BA		Faz. Santa Clara, estrada entre Santa Luzia e o trevo de Canavieiras		-39.0731	-15.5766	Neves, 2008
k47	BA		Faz. Cotovelo, próximo ao trevo de Canavieiras		-38.9692	-15.5673	Neves, 2008
k48	BA		Faz. Poço Central, próximo a Gurupá Mirim		-39.7216	-15.7493	Neves, 2008
k49	BA		Faz. Cajazeira, estrada entre Itarantim e Potiraguá		-39.8512	-15.6862	Neves, 2008
k50	BA		Fragmento de mata na estrada entre Itarantim e Potiraguá		-39.8897	-15.7112	Neves, 2008
k51	BA		Faz. Bom Jardim, estrada entre Itarantim e Jordânia		-40.119	-15.8121	Neves, 2008
k52	BA		Faz. Boa Vista, estrada entre Itarantim e Jordânia		-40.1243	-15.7619	Neves, 2008
k53	BA		Faz. Bela Vista, estrada entre Itarantim e Caiubi		-39.9878	-15.8377	Neves, 2008
k54	BA	Camacã	Faz. Paris, Instituto Uiraçu		-39.5453	-15.4184	Neves, 2008
k55	BA		Estrada entre Maiquinique e Itarantim		-40.1201	-15.5858	Neves, 2008
k56	BA		Faz. Meu Sonho, próximo a Ipiaú, margem direita do R. de Contas		-39.7326	-14.1666	Neves, 2008
k57	BA		Fragmento de mata próximo ao município de Ibitupã		-39.9245	-14.5023	Neves, 2008
k58	BA		Fragmento de mata próximo ao município de Dário Meira, margem esquerda do R. Gongoji		-39.7957	-14.432	Neves, 2008
k59	BA		Fragmento de mata próximo ao município de Dário Meira, margem esquerda do R. Gongoji		-39.744	-14.4091	Neves, 2008
k60	BA		Fragmento de mata na estrada entre Dário Meira e Poço		-39.6797	-14.3681	Neves, 2008
k61	BA	Jussari	Faz. RPPN Serra do Teimoso		-39.5283	-15.1551	Neves, 2008
k62	BA		Faz. São José, estrada entre Camacã e Jacareci		-39.5642	-15.3586	Neves, 2008
k63	BA		Faz. Itamira, estrada entre Palmira e Jacareci		-39.5866	-15.254	Neves, 2008
k64	BA	Pau Brasil	Fragmento de mata próximo a APA Vale das Cascatas		-39.6593	-15.3797	Neves, 2008

CD	UF	Município	Localidade	UC	Longitude	Latitude	Referências
k65	BA	Arataca	Reserva Serra das Lontras (IESB)		-39.3414	-15.1873	Neves, 2008
k66	BA		Fragmento de mata na estrada entre Itororó e Itapetinga		40.1919	-15.1559	Neves, 2008
k67	BA		Faz. Caracol, estrada entre Itororó e Potiraguá		39.9259	-15.2495	Neves, 2008
k68	BA		Fragmento de mata próximo ao município de Água Doce		-39.847	-14.8231	Neves, 2008
k69	BA		Fragmento de mata entre o trevo de Itapé e Ibicarai		-39.4938	-14.8956	Neves, 2008
k70	BA		Faz. São João, logo após o município de Floresta Azul no distrito de Coquinhos		-39.7361	-14.7373	Neves, 2008
k71	BA		Estação da CEPLAC no município de Itajú do Colônia, estrada entre Itajú do Colônia e Itapé		-39.6348	-15.0576	Neves, 2008
k72	BA		Fragmento de mata entre Itajú do Colônia e Santa Cruz da		-39.8057	-15.0496	Neves, 2008
k73	BA	Belmonte	Faz. Taquara		-39.3907	-15.9889	Neves, 2008
k74	BA		Fragmento de mata próximo à Faz. Taquara		-39.3252	-15.9353	Neves, 2008
k75	BA	Itacaré	Reserva Capitão, pertencente ao IESB		-39.062	-14.3495	Neves, 2008
k76	MG		Fragmento de mata próximo ao município de Bandeira		-40.0555	-16.0712	Neves, 2008
k77	BA		Faz. Santana, próximo à balsa do R. Jequitinhonha		-40.0439	-16.0594	Neves, 2008
k78	BA		Fragmento de mata próximo ao município de Itororó		-40.1098	-15.111	Neves, 2008
k79	BA		Fragmento de mata na estrada entre Potiraguá e Itarantim, próximo a Faz. Registro		-39.8312	-15.7959	Neves, 2008
k80	BA		Fragmento de mata na estrada entre Potiraguá e Gurupá Mirim		-39.798	-15.6874	Neves, 2008
k81	BA		Fragmento de mata a norte de Gurupá Mirim, estrada entre Itaibé e Caiubi		-39.6839	-15.8187	Neves, 2008
k82	BA		Faz. Barro Branco, entre o distrito de Rio do Meio e Itororó		-39.9780	-15.0675	Neves, 2008
k83	BA		Fragmento de mata na estrada entre Macarani-BA e Bandeira-MG		-40.549	-15.796	Neves, 2008
k84	MG		Fragmento de mata próximo a Salto da Divisa-MG, margem esquerda do R. Jequitinhonha		-40.0295	-16.0571	Neves, 2008
k85	MG		Fragm. de mata na estrada entre Jordânia-MG e a balsa do R. Jequitinhonha, m.e. do R. Jequitinhonha		-40.0676	-16.0549	Neves, 2008
k86	BA		Fragmento de mata na estrada entre Ilhéus e Itacaré		-39.085	-14.5332	Neves, 2008
k87	BA	Belmonte	Estação da CEPLAC Gregório Bondar, distrito de Barrolândia		-39.2099	-16.04	Neves, 2008



*Callithrix penicillata*

CD	UF	Município	Localidade	UC	Longitude	Latitude	Referências
p1	TO	Pedro Afonso	Canabrava, R. Tocantis		-48.2000	-9.2300	Hershkovitz, 1977
p2	GO	Inhumas			-49.5000	-16.3700	Hershkovitz, 1977
p3	GO	Goiânia			-49.2550	-16.6799	Hershkovitz, 1977
p4	GO	Itumbiara	Ponte do Parnaíba, Itumbiara		-49.2200	-18.4200	Hershkovitz, 1977
p5	GO	Catalão	Catalão, R. Jordão		-47.9500	-18.1700	Hershkovitz, 1977
p6	BA	Itaeté	Macaco Seco		-41.1200	-12.9800	Hershkovitz, 1977
p7	BA	Malhada	Faz. da Serra		-43.7333	-14.3000	kinzey, 1982
p8	MG	Araguari	R. Jordão		-48.1854	-18.6509	Hershkovitz, 1977
p9	MG	Araguari			-48.1800	-18.6300	Hershkovitz, 1977
p10	TO	Paranã			-47.7000	-12.5500	Hershkovitz, 1977
p11	MG	Veríssimo			-48.3000	-19.7000	Hershkovitz, 1977
p12	MG	Romaria			-47.5637	-18.8837	Hershkovitz, 1977
p13	MG	Uberaba			-47.9200	-19.7500	Hershkovitz, 1977
p14	MG	São João (Batista) do			-46.5000	-20.6300	Hershkovitz, 1977
p15	MG	Pedras de Maria Da	R. Francisco		-44.3500	-15.5000	Hershkovitz, 1977
p16	MG	Pirapora			-44.9300	-17.3500	Hershkovitz, 1977
p17	MG	Lassance			-44.5700	-17.9000	Hershkovitz, 1977
p18	MG	Curvelo			-44.4200	-18.7500	Hershkovitz, 1977
p19	MG	Morada Nova de Minas	Barra do Paraopeba		-45.1800	-18.8300	Hershkovitz, 1977
p20	GO	Hidrolina			-49.4500	-14.6800	Hershkovitz, 1977
p21	MG	Confins	R. das Velhas, Lagoa Santa		-43.9700	-19.6700	Hershkovitz, 1977
p22	BA	Riachão das Neves			-44.7300	-11.8000	kinzey, 1982
p23	BA	Barreiras			-45.0000	-12.1300	kinzey, 1982
p24	BA	Bom Jesus da Lapa	R. São Francisco		-43.4200	-13.2500	kinzey, 1982
p25	MG	João Pinheiro			-46.1700	-17.7500	kinzey, 1982
p26	MG	Pompeu			-44.9333	-19.2167	kinzey, 1982
p27	MG	Aparecida do Taboado	R. Grande		-51.0700	-20.1200	kinzey, 1982
p28	SP	Barretos	R. Grande Barretos		-48.5500	-20.5500	kinzey, 1982
p29	TO	Porto Nacional	Porto Nacional, R. Tocantins		-48.4200	-10.7000	kinzey, 1982
p30	GO	Nerópolis			-49.2300	-16.4200	kinzey, 1982

CD	UF	Município	Localidade	UC	Longitude	Latitude	Referências
p31	GO	Trindade			-49.5000	-16.6700	kinzey, 1982
p32	GO	Caldas Novas			-48.6300	-17.7500	kinzey, 1982
p33	TO	Barrolândia	Bela Vista		-48.7300	-9.8300	Vivo, 1991
p34	GO	Hidrolândia			-49.2200	-16.9700	Vivo, 1991
p35	DF	Brasília			-47.8800	-15.8000	Vivo, 1991
p36	BA	Senhor do Bonfim			-40.1800	-10.4700	Vivo, 1991
p37	GO	Carmo do Rio Verde	R. Uruhu (Uru)		-49.7300	-15.4500	Hershkovitz, 1977
p38	BA	São Gonçalo dos			-38.9500	-12.4500	Vivo, 1991
p39	MG	Buritiz	Cachoeira do R. Uruçuia		-46.2720	-15.5540	Vivo, 1991
p40	MG	Januária	Riacho da Cruz		-44.2461	-15.3355	Vivo, 1991
p41	MG	Curvelo	Tomás Gonzaga		-44.3200	-18.4383	Vivo, 1991
p42	MG	Morro da Garça			-44.6027	-18.5469	Vivo, 1991
p43	MG	Lagoa Formosa	Cabeceiras		-46.4078	-18.7788	Vivo, 1991
p44	SP	Barretos			-48.5678	-20.5572	Vivo, 1991
p45	SP	Pedregulho			-47.4766	-20.2569	Vivo, 1991
p46	MG	Cristália			-42.8622	-16.8002	Rylands et al., 1998
p47	GO	Jaraguá	R. das Almas		-49.3300	-15.7500	Vivo, 1991
p48		Virgem da Lapa	Faz. Paiol		-42.2167	-16.5250	Rylands et al., 1998
p49	MG	Cristália	Faz. Giro		-42.8700	-16.7500	Rylands et al., 1998
p50	MG	Virgem da Lapa	Porto Mandacarú		-42.3428	-16.5500	Rylands et al., 1998
p51	MG	Itinga	Faz. Santana		-41.7719	-16.5000	Rylands et al., 1998
p52	BA	Pindobaçu	Faz. Santana		-40.3528	-10.7694	Ávila-Pires
p53	MG	Almenara	Faz. Estância Betânia		-40.8500	-16.0167	Rylands et al., 1988
p54	MG	José Gonçalves de	Faz. Irmãos Atachi, Buritiz		-42.6333	-16.5830	Rylands et al., 1988;
p55	MG	Virgem da Lapa	Faz. Paiol (a)		-42.2194	-16.6220	Rylands et al., 1988
p56	MG	Perdizes	Galheiros (Mata da Zilda + 4 Fragmentos)	RPPN	-47.2917	-19.3500	Neri, 1997
p57	MG	Lima Duarte	Ibitipoca	PE	-43.90000	-22	Rylands et al., 1993;
p58	SP	Luiz Antônio	Jataí		-47.8667	-21.5833	Mendes, 1997
p59	MG	Buenópolis			-44.1833	-17.9000	Hershkovitz, 1977
p60	DF	Brasília	Reserva Biológica do IBGE - Mata do Açudinho		-47.8853	-15.9447	Vilela, 2007
p61	DF	Brasília	Faz. Sucupira/ Embrapa - Mata do Monjolo		-48.0333	-15.9167	Vilela, 2007
p62	DF	Brasília	Faz. Água Limpa		-47.9392	-15.9397	Perirni et al. 2009
p63	DF	Brasília	Jardim Botânico de Brasília		-47.8411	-15.8744	Silva, 2008;; Süffert, 2008; Miranda & Faria, 2001; Perirni, 2009

CD	UF	Município	Localidade	UC	Longitude	Latitude	Referências
p64	MG	Belo Horizonte	Parque das Mangabeiras		-43.9000	-19.9333	Silva, 2008; Süffert, 2008; Miranda & Faria, 2001; Perirni, 2009
p65	DF	Brasília	Parque Nacional de Brasília		-47.9500	-15.7167	Amaral & Macedo (2003)
p66	MG		Parque Estadual Fernão Dias		-44.0667	-19.9333	Júnior & Zara 2007
p67	DF	Brasília	Reserva Biológica do Roncador		-47.8506	-15.9328	Vilela & Faria 2004; Miranda e Faria, 2001
p68	MG	Uberlândia	Clube de Caça e Pesca Itororó		-48.3108	-18.9231	Vilela & Del Claro 2007
p69	MG	Betim	RPPN Faz. do Sino		-44.1900	-19.9600	Santos, 2002
p70	DF	Brasília	Floresta de galeria do Corrego Capetinga		-47.9333	-15.9500	Faria, 1989
p71	GO	Goiânia	Faz. São José - Campus II da Univ Católica de Goiás		-49.2161	-16.7339	Canale, 2003
p72	MG	Belo Horizonte	Área verde da Fundação Zoobotânica de Belo Horizonte		-43.9044	-19.9208	Santos, 2006
p73	MG	Juiz de Fora	reserva Biológica Municipal Poço D'Anta		-43.3333	-21.7500	Barros, 2008
p74	SP	São Carlos	Campus da UFSC: Reserva Legal de Cerrado stricto sensu eAPP de São Carlos Dr. Antônio Teixeira Viana	APP	-47.8583	-21.9833	David, 2006
p75	MG	Belo Horizonte	Venda Nova		-43.9780	-19.7820	Goulart et al 2009
p76	MG	Belo Horizonte	Pampulha		-43.9390	-19.8540	Goulart et al 2009
p77	MG	Belo Horizonte	Noroeste		-44.0086	-19.9231	Goulart et al 2009
p78	MG	Belo Horizonte	Oeste		-43.8798	-19.9106	Goulart et al 2009
p79	GO		Aragarças, R. Araguaia		-52.1981	-15.9583	Hershkovitz, 1977