

Universidade Federal de Juiz de Fora
Pós-Graduação em Ciências Biológicas
Mestrado em Comportamento e Biologia Animal

Caroline Almeida do Vale

**DISTRIBUIÇÃO E POTENCIAL DE INVASÃO DO SAGUI *Callithrix penicillata* (É.
Geoffroy, 1812) NO TERRITÓRIO BRASILEIRO**

Juiz de Fora

2016

Caroline Almeida do Vale

Distribuição e potencial de invasão do sagui *Callithrix penicillata* (É. Geoffroy, 1812) no território brasileiro

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas área de concentração: Comportamento e Biologia Animal, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof^o . Dr. Fábio Prezoto

Juiz de Fora

2016

Almeida do Vale, Caroline.

Distribuição e potencial de invasão do sagui *Callithrix penicillata* (É. Geoffroy, 1812) no território brasileiro / Caroline Almeida do Vale. -- 2016.

53 p. : il.

Orientador: Fábio Prezoto

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas: Comportamento Animal, 2016.

1. Primatas. 2. Saguis. 3. Mata Atlântica. 4. Invasões Biológicas. 5. Maxent. I. Prezoto, Fábio, orient. II. Título.

Caroline Almeida do Vale

Distribuição e potencial de invasão do sagui *Callithrix penicillata* (É. Geoffroy, 1812) no território brasileiro

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas área de concentração: Comportamento e Biologia Animal, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Aprovada em 19 de fevereiro de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Dr. Fábio Prezoto (Orientador)
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^a. Dr^a. Gisele Mendes Lessa del Giudice
Universidade Federal de Viçosa

Prof^o. Dr. Pedro Henrique Nobre
Colégio de Aplicação João XXIII - Universidade Federal de Juiz de Fora

Ao Miguel, você faz a minha vida mais feliz.

AGRADECIMENTOS

A Deus e a Nossa Senhora por terem me dado forças para seguir em frente, e terem me feito chegar até este momento;

Ao meu Marido Mishell pelo amor, apoio e carinho durante estes dois anos e a toda a ajuda com a dissertação;

Ao meu Filho Miguel por existir em minha vida e fazer dela mais feliz;

Aos meus Pais e a Camile por todo o amor, apoio e carinho, e por toda a ajuda com o Miguel sempre que precisei;

Ao Dr. Fábio Prezoto por ter sido meu orientador todos esses anos, por sempre ter acreditado em mim e confiado nos meus projetos e ideias;

Ao Dr. Luiz Menini por toda ajuda com a dissertação e esclarecimento de dúvidas e pela leitura do texto;

A Samyra, por toda a amizade e carinho, por ter me acolhido e me escutado sempre que eu precisei;

A Laura e a Flavinha pela amizade e por terem me apoiado no início dessa jornada;

A todos os colegas do LABEC pela amizade;

Aos professores do Mestrado pelas disciplinas que nos ensinaram a serem melhores profissionais e pesquisadores.

A CAPES pela bolsa de mestrado

“Nenhuma alta sabedoria pode ser atingida sem uma dose de sacrifício”

(C. S. Lewis)

RESUMO

Ao longo dos anos humanos tem transportado espécies de forma proposital ou despercebida para fora de sua área natural. Espécies introduzidas podem trazer prejuízos ambientais e econômicos e são a segunda principal causa de perda da biodiversidade, sendo apenas superada pela supressão de ambientes. Os primatas sempre mantiveram uma relação muito estreita com os seres humanos facilitando com que fossem transportados para fora de seus limites naturais. A espécie *Callithrix penicillata* ocorre tipicamente no cerrado e é relatada como invasora em diversos estados do país, suas populações introduzidas tem se tornando um problema para a conservação devido a seu alto potencial de ocupação, predação de fauna nativa competição com congêneres nativos e hibridização. Para iniciar ações de manejo é preciso conhecer os locais já invadidos e os possíveis de invasão. Neste sentido a modelagem de distribuição potencial (MDP) baseada nos modelos ecológicos de nicho, tem se demonstrado uma maneira rápida, confiável e com baixo custo para identificar áreas com maior probabilidade de ocorrência de uma espécie. Neste estudo utilizamos a modelagem de distribuição potencial (MDP) para identificar áreas com maior probabilidade de ocorrência de uma espécie, através do software Maxent (Máxima Entropia). Este trabalho tem como objetivo principal conhecer o potencial de invasão da espécie *Callithrix penicillata* no território brasileiro. E como objetivos específicos conhecer a distribuição atual do sagui *C. penicillata* e confrontar com aquela encontrada na literatura, conhecer as áreas mais suscetíveis à invasão e discutir o problema que a introdução dessa espécie vem causando nas regiões onde é uma espécie invasora. O valor encontrado foi de $AUC=0.966$ para dados de treino e $AUC=0.919$ para os dados de teste, com valor da curva bem próximo a 1. Pelo teste Jackknife, observamos que a variável mais correlacionada a distribuição foi a sazonalidade da temperatura ($AUC = 0,86$), coincidindo com outros estudos que demonstram que variáveis climáticas influenciam a distribuição de primatas. As regiões mais apontadas como susceptíveis a invasão foi a Floresta Atlântica da região Sudeste seguida pelo Sul. A Floresta Atlântica por possuir alto nível de endemismo, e as regiões Sul e Sudeste por terem maior concentração demográfica, contribuem para que a invasão biológica dos saguis se torne um fator preocupante.

Palavras-chave: Primatas – Floresta Atlântica- Invasões Biológicas

ABSTRACT

Over the years humans have transported species purposeful or unnoticed out of its natural range. Introduced species can bring environmental and economic damages and are the second leading cause of biodiversity loss, being surpassed only by suppressing environments. Primates have always maintained a very close relationship with humans facilitating them to be transported out of their natural limits. The *Callithrix penicillata* species typically occurs in the cerrado and is reported as invasive in several states of the country, its population has made becoming a problem for conservation because of its high potential for occupation, native wildlife predation and competition with native hybridization counterparts. To initiate management actions we need to know the locals already invaded and possible invasion, thus the potential distribution modeling (MDP) based on ecological models niche, it has proved a fast, reliable and cost to identify areas with greater probability of some sort. In this study we used the potential distribution modeling (MDP) to identify areas with higher probability of occurrence of a species through the Maxent software (Maximum Entropy). This work aims to know the invasion potential of the species in Brazil. And the following objectives know the current distribution of *C. penicillata* marmoset and confront with that found in the literature, know the areas most susceptible to invasion and discuss the problem that the introduction of this species has caused in the regions where it is an invasive species. The value found was $AUC = 0.966$ for training data and $AUC = 0.919$ for the test data with the value very close to curve 1. At Jackknife test, we found that the most correlated variable distribution was seasonality temperature ($AUC = 0,86$), coinciding with other studies showing that environmental factors influence the distribution of primates. The most frequently mentioned site susceptible to invasion was the Atlantic Forest of the Southeast region followed by the South. The Atlantic Forest for having high levels of endemism, and the South and Southeast regions to have higher population concentration, contribute to the biological invasion of marmosets are become a concern.

Key-words: Primates - Atlantic forest - Biological invasions - Conservation

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	16
	2.1- Processo de Invasão Biológica.....	16
	2.2- Biologia da espécie <i>Callithrix penicillata</i>	19
	2.3 – O problema da predação.....	20
	2.4- Competição e hibridização com nativos.....	22
	2.5- Riscos a saúde humana associados à ocorrência de saguis em áreas urbanas.....	23
	CAPÍTULO 1	
3-	MODELAGEM PREDITIVA DE DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES	25
	Distribuição e potencial de invasão do sagui <i>Callithrix penicillata</i> no território brasileiro.....	26
	Resumo.....	26
	Introdução	26
	Material e Métodos.....	28
	Resultados e Discussão.....	30
4-	CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS	39
5-	REFERÊNCIAS	40
	ANEXO I	
	Registros da espécie <i>Callithrix penicillata</i> tombada em Acervos de Coleções Zoológicas, disponíveis em bancos de dados e literatura.....	48

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Esquema Representativo das fases do processo de invasão.....	18
Figura 2: <i>Callithrix penicillata</i> predando um filhote de ave, popularmente conhecido como Inhapim (<i>Icterus phyrropterus</i>).....	21
Capítulo 1:	
Figura 1: Comparação entre os domínio fitogeográficos brasileiros, distribuição espacial listada para <i>Callithrix penicillata</i> pela IUCN (amarelo) e encontrada neste estudo (pontos em preto).....	30
Figura 2: Representação geográfica com a predição da ocorrência da espécie <i>Callithrix penicillata</i> no território Brasileiro, pontos brancos localidades usadas para gerar o modelo (treino) e os pontos roxos representando as localidades usadas para testar o modelo.....	31
Figura 3: Distribuição de <i>Callithrix penicillata</i> ao longo do gradiente altitudinal.....	33
Figura 4: Unidades de conservação, Federais (Azul), Estaduais (Amarelo), Municipais (Verde) X Ocorrência de <i>C. penicillata</i> (pontos em vermelho).....	35
Figura 5: Áreas prioritárias para a conservação (Verde) X Ocorrência de <i>C. penicillata</i> (pontos em vermelho).....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Variáveis climáticas utilizadas no estudo obtidas no WordClim.....	29
Tabela 2: Algumas das Unidades de Conservação invadidas por <i>C. penicillata</i>	35
Tabela 3: Registros da espécie <i>Callithrix penicillata</i> tombada em Acervos de Coleções Zoológicas, disponíveis em bancos de dados e literatura.....	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GISP	Programa Global de Espécies Invasoras
IUCN	International Union for Conservation of Nature
MDP	Modelagem de distribuição potencial
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
UC	Unidade de Conservação
MMA	Ministério do Meio Ambiente
RPPN	Reserva Particular Patrimônio Natural
FUNASA	Fundação Nacional da Saúde

1. INTRODUÇÃO GERAL

O gênero *Callithrix* (Erxleben 1777), possui seis espécies *Callithrix jacchus*, *Callithrix penicillata*, *Callithrix kuhlii*, *Callithrix geogroyi*, *Callithrix flaviceps* e *Callithrix aurita* (RYLANDS *et al.*, 2000). E uma ampla distribuição ocorrendo do nordeste e leste do Brasil, desde o Maranhão até o estado de São Paulo (COIMBRA-FILHO, 1990). São animais de pequeno porte, com peso entre 300 e 450g, medindo cerca de 250mm (cabeça e corpo) e a cauda 280mm. A coloração da pelagem varia entre as espécies em um misto de cinza/preto e avermelhado e todos possuem tufo auriculares, sendo que *Callithrix penicillata*, *Callithrix kuhlii* e *Callithrix geogroyi* apresentam tufo pré-auriculares em frente a orelha de cor preta, *Callithrix flaviceps* e *Callithrix aurita* apresentam tufo auriculares reduzidos na face interna do pavilhão auditivo, sendo o de *C. flaviceps* de coloração castanho claro e *Callithrix jacchus* possui tufo circum-auriculares de cor branca. Todos possuem uma mancha branca na testa exceto *Callithrix geogroyi* que tem a face toda branca.

Apesar da existência de híbridos entre as espécies do gênero em zonas de contato, estudos recentes com caracteres craniométricos (MARROIG *et al.*, 2003), padrões de vocalização (MENDES, 1997) e moleculares (TAGLIARO *et al.*, 1997), reforçando a validade de cada taxa.

Ao longo dos tempos os seres humanos têm transportado diversas espécies para fora de suas áreas de ocorrência natural, seja de forma proposital (para alimento, locomoção, materiais de construção e outras necessidades), ou de forma despercebida (carregadas em alimentos, sementes, madeiras ou água de lastro de navios) (MATTHEWS, 2005). As espécies introduzidas pela ação humana podem se tornar pragas em potencial, quando sobrevivem (PRIMACK; RODRIGUES 2001), os danos aos ecossistemas naturais são muitas vezes irreversíveis, e as consequências vão muito além de ser ter recursos financeiros para resolver o problema (MATTHEWS, 2005).

Uma vez introduzida e estabelecida em um ecossistema ou habitat natural ou seminatural, a espécie passa a ser um agente de mudança que ameaça a diversidade biológica nativa (UICN, 2000; MATTHEWS, 2005), causando alteração em ciclos ecológicos, dificultando a recuperação de ecossistemas naturais e provocando a eliminação de espécies nativas (CONSEMA, 2009). O continente Sul

Americano detém mais de 20 % de todas as espécies de plantas e animais do planeta, portanto tem mas a perder com a invasão biológica (MATTHEWS, 2005).

Espécies invasoras causam impactos de longo prazo que podem levar à extinção de espécies nativas, seja de forma direta pela competição de recursos ou de forma indireta através de alterações no sistema. Não é ainda muito bem estipulado qual é o dano mínimo que uma espécie deve produzir para ser considerada invasora, mas já está claro que um número muito pequeno de indivíduos, representando uma pequena fração da variação genética da espécie em seu ambiente natural, pode ser suficiente para gerar, danos ambientais massivos em um novo ambiente (COLAUTTI; MACLSAAC, 2004; MATTHEWS, 2005).

Espécies invasoras ocorrem em todos os grupos taxonômicos (vírus, fungos, algas, musgos, samambaias, plantas superiores, invertebrados, peixes, anfíbios, répteis, pássaros e mamíferos (MATTHEWS, 2005). Uma regra denominada “regra dos 10” determina que das espécies transportadas, apenas 10% conseguiriam sobreviver na natureza e dessas 10% estabeleceriam populações autossustentáveis, ou seja, apenas 1% das espécies transportados torna-se invasora, causando algum impacto negativo (WILLIAMSON; FITTER, 1996b).

O sucesso da invasão pode ser atribuído tanto as características abióticas e bióticas do ambiente invadido, bem como as características bióticas da espécie introduzida e a também a pressão do propágulo (RICHARDSON; PYSEK, 2006).

Acredita-se que comunidades com maior diversidade de espécies são mais resistentes a invasão biológica (LEVINE; D’ANTONIO, 1999). Esta hipótese se deve principalmente a estudos realizados em ilhas e monoculturas (ver em ELTON, 1958; MACARTHUR, 1972), ecossistemas que mostram alta vulnerabilidade as invasões. Em ilhas, as espécies têm evoluído com a presença de poucas espécies competidoras, e por isso podem não ter as adaptações necessárias para combater ou competir com espécies invasoras, já no caso das monoculturas o que estudos têm mostrado é que espécies invasoras são mais propensas a se estabelecerem em áreas já alteradas pela presença humana (MOLEY; ELLSSWORTH, 2004).

No que diz respeito às espécies, tem se observado que espécies com ampla distribuição e altas densidades no seu ambiente nativo são invasoras mais bem

sucedidas que espécies que ocupam pequenas faixas e possuem baixas densidades naturalmente, mas é claro que sempre existem exceções (WILLIAMSON; FITTER 1996b).

As pesquisas nessa área vêm tentando ampliar o conhecimento, para melhorar a compreensão dos diferentes mecanismos que atuam no processo de invasibilidade, e quais os fatores determinantes para o estabelecimento de espécies invasoras, identificar os mecanismos e fatores é fundamental para a elaboração de estratégias eficientes de manejo (LEVINE; D'ANTONIO, 1999).

O objetivo geral deste estudo foi prever o potencial de invasão de *Callithrix penicillata* no território brasileiro através da modelagem preditiva de espécies. E os objetivos específicos foram conhecer a distribuição atual do sagui *C. penicillata* e confrontar com a encontrada na literatura; prever o potencial de invasão de *Callithrix penicillata* através do software MaxEnt (Máxima Entropia); conhecer as áreas mais vulneráveis a invasão e discutir os problemas que a introdução de *Callithrix penicillata* vem causando nas regiões onde a espécie é uma espécie invasora.

2. REVISÃO DE LITERATURA¹

2.1 O processo de invasão biológica

O termo “invasor” é utilizado geralmente de forma indiscriminada para descrever qualquer espécie introduzida em um ambiente. Entretanto nem toda espécie introduzida num determinado ambiente é invasora, apenas aquelas que claramente exercem algum impacto negativo (DAVIS; THOMPSON, 2000).

A ecologia da invasão tem visto uma proliferação de termos para descrever vários conceitos, além de uma considerável confusão e mau uso da terminologia existente (RICHARDSON *et al.*, 2000). Dependendo do autor uma pode ser chamada de **estrangeira, exótica, invasiva, não indígena, importado, introduzida, não-nativa, naturalizada e imigrante**, na maioria desses casos esses

¹ Revisão publicada como artigo: Invasões Biológicas: O caso do mico estrela (*Callithrix penicillata*), CES-Revista, 2015 v. 29 n.1 p. 58-76, ISSN 1983-1625

termos não são definidos e quando são, não são de forma consistente (DAVIS & THOMPSON, 2000). Grande parte dos debates sobre terminologia é essencialmente semântico, e atrapalha o entendimento sobre os processos de invasão (RICHARDSON *et al.*, 2000).

Davis & Thompson, (2000) definem que o termo invasão biológica se refere a dois processos: 1) A expansão natural da distribuição geográfica de uma espécie (sem intervenção humana), com impacto sobre o novo ambiente e 2) Introdução de uma nova espécie em área diferente da sua de ocorrência natural mediada pela ação Humana (intencional ou acidental), que causa grande impacto no novo ambiente.

O processo de invasão consiste de fases, onde o número e nome das fases podem variar de acordo com os autores (RICHARDSON *et al.*, 2000; MATTHEWS, 2005). Para Valéry *et al.* (2008) se resumem em uma espécie introduzida adquirir vantagens competitivas, após o desaparecimento das barreiras naturais para sua proliferação, propagando-se rapidamente e conquistando novas áreas no ecossistema invadido tornando-se a população dominante.

Embora haja diferenças entre os autores a definição do processo geralmente é parecida, 1) na primeira fase a espécie é transportada do seu ambiental natural e introduzida em um novo local ; 2) na fase de colonização a espécie, consegue superar as barreiras naturais do local e sobrevive a introdução 3) a fase de naturalização onde a espécie consegue se reproduzir e formar uma população auto sustentável; 4) finalmente a fase da dispersão, a espécie consegue dispersar além da área onde foi introduzida, 5) e a fase do impacto, onde a espécie gera um impacto nocivo ecológico ou econômico. Não necessariamente estas fases ocorrem de forma linear, podendo ocorrer simultaneamente (CATFORD *et al.*, 2009).

Essas fases podem ser melhores representadas pelo esquema proposto por Colautti e Maclsaac (2004) (Figura 1).

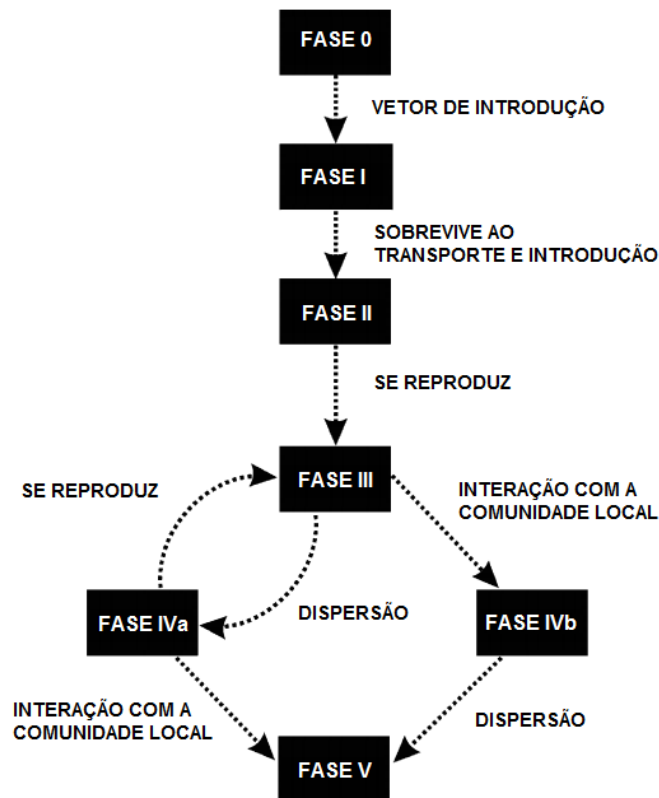


Figura 1: Esquema Representativo das fases do processo de invasão. Fonte: adaptação da figura de Colautti e MacIsaac, 2004.

As denominações que as espécies recebem durante cada fase podem variar entre os autores. Devido aos vários termos utilizados para definir muitas vezes o mesmo conceito, neste trabalho iremos seguir aquele utilizado pelo Programa Global de Espécies Invasoras (GISP), assim:

1) **Espécie Exótica Introduzida:** é qualquer espécie, subespécie, táxon incluindo semente ou propágulo proveniente de um ambiente ou de uma região diferente, introduzido, voluntária ou involuntária, por ação humana em local fora de sua área de distribuição natural.

2) **Espécie Estabelecida:** espécie exótica/introduzida que consegue estabelecer populações auto-sustentáveis, capaz de se reproduzir e gerar descendentes férteis

3) **Espécie Exótica Invasora:** espécie exótica introduzida apta a avançar sobre o ambiente, ameaçando a diversidade biológica local.

A fase de latência é o período de tempo necessário para que uma espécie exótica introduzida, sob determinadas condições, consiga se tornar uma espécie exótica invasora, por isso a avaliação da situação da espécie exótica não pode ser apenas feita com base no status atual, pois há uma tendência de adaptação e invasão principalmente quando a espécie já tem um histórico de invasão em outras áreas (MATTHEWS, 2005).

Dividir em fases o processo de invasão facilita ações de manejo, pois são diferentes fatores que determinam que a espécie tenha sucesso na transposição de uma fase (DE MORAIS JR., 2010). As fases iniciais são as mais importantes para o controle da espécie pois é nela que a invasão pode ser prevenida, com o estabelecimento da espécie, o controle torna-se mais difícil e custoso (SAKAI *et al.*, 2001).

A dispersão de espécies exóticas invasoras é hoje reconhecida como uma das maiores ameaças ao bem estar ecológico e econômico do planeta. Elas prejudicam não apenas as riquezas biológicas naturais como as populações humanas. As invasões biológicas produzem impactos de grande amplitude, principalmente devido a facilidade com que espécies transpõem barreiras que antigamente limitavam sua distribuição. O aumento da movimentação humana, mudanças globais, perturbações químicas e físicas nas espécies e ecossistemas contribuem para os impactos causados pelas espécies invasoras (MATTHEWS, 2005).

Diversos são os grupos de animais introduzidos nos mais variados ecossistemas do planeta. Neste particular, os primatas têm ocupado um lugar de destaque, uma vez que sempre mantiveram uma relação muito estreita com os seres humanos, atraídos pela curiosidade, pela manutenção como animais de companhia, pelo seu uso em trabalhos experimentais e para o entretenimento (TRAAD *et al.*, 2012).

2.2 Biologia da espécie *Callithrix penicillata*

Callithrix penicillata são primatas de pequeno porte, com peso variando entre 300g e 450g, pelagem estriada no dorso e cauda, ornamentos pilosos nas orelhas e uma mancha branca na testa (AURICCHIO, 1995). São popularmente conhecidos

como mico-estrela. São arborícolas altamente adaptados a vida saltatória habitando várias fisionomias vegetais inclusive vegetação secundária ou perturbada (AURICCHIO, 1995). Podem também ser encontrados em áreas urbanas (VALE *et al.*, 2011).

Sua dieta inclui néctar, bulbos, mel, invertebrados (gafanhotos, borboletas, mariposas, lagartas, pupas aranhas) frutos, insetos e exsudados de plantas (gomas, resinas e látex) (MIRANDA & FARIA 2001). Alimentando-se também de flores, sementes, moluscos, ovos de aves e pequenos vertebrados, como filhotes de pássaros e anfíbios (MIRANDA & FARIA 2001).

Os saguis *C. penicillata* são espécies exóticas invasoras relatadas em várias áreas de Mata Atlântica do sudeste do Brasil (NEGRÃO; VALLADARES-PÁDUA 2006; LYRA-NEVES *et al.*, 2007; GALLETI *et al.*, 2009; ALEXANDRINO, 2012; MIRCHINI; FERRAZ, 2014). Populações introduzidas destes saguis tem se tornado uma preocupação para a conservação ambiental. Seu alto potencial de ocupação dos hábitat e flexibilidade ecológica faz com que, venham se estabelecendo cada vez mais nas áreas próximas a ambientes urbanos convivendo facilmente com humanos, principalmente quando alimentados, ocupando assim os locais de espécies nativas que possuem dificuldades de se habituar a essas pressões (RIBEIRO; PREZOTO, 2011).

2.3 O problema da predação pelo sagui

Diversos são os problemas causados pelos saguis nos locais onde são introduzidos (BICCA-MARQUES, 2006), dentre estes o da predação da fauna nativa. Com uma dieta extremamente ampla (AURICCHIO, 1995; MIRANDA; FARIA, 2001), a predação de ovos e filhotes de aves é citada na literatura como um recurso utilizado por saguis (MIRANDA; FARIA, 2001; LYRA-NEVES *et al.*, 2007). A predação de ninhos é reconhecida como uma das principais causas do declínio de populações de aves (RICKLEFS 1969, WILCOVE 1985), interferindo negativamente na riqueza e diversidade da avifauna (ARGEL, 1995) e influenciando a estrutura e o funcionamento das comunidades (LOISELLE; HOPPES, 1983; GIBBS, 1991;

MARTIN, 1993). Os impactos causados sobre a avifauna pela predação exercida pelos saguis (Figura 2) vêm sendo reportado em vários estudos (ver LYRA-NEVES *et al.*, 2007; GALLETI *et al.*, 2009; ALEXANDRINO, 2012).

Begotti e Landesmann (2008) citam a predação por grupos híbridos de *C. penicillata* e *C. jacchus* de ovos de avoante (*Zenaida auriculata*, Columbidae) e ataques a ninhos sabiá-do-campo (*Mimus saturninus*) e sabiá-barranco (*Turdus leucomelas*, Turdidae). A predação por *C. penicillata* foi relatada para espécies como rolinha-roxa (*Columbina talpacoti*, Columbidae) (SILVA *et al.*, 2008) filhotes da pomba-de-bando, (*Zenaida auriculata*, Columbidae) (GOMES & LIMA, 2011) e filhotes de *Icterus pyrrhopterus* (ALEXANDRINO *et al.*, 2012).

A Mata Atlântica tem uma das maiores taxas de endemismo de aves do planeta (WEGE; LONG 1995), com avifauna contando com cerca de 682 espécies, 199 sendo endêmicas e 144 ameaçadas (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2000; FARIA *et al.*, 2006). Entretanto os estudos de predação pelos saguis são poucos e fragmentados. Tornando os efeitos causados as comunidades de aves difíceis de serem mensurados (BEGOTTI & LANDESMANN, 2008).

Os impactos causados pela predação exercida pelos saguis podem não apenas ser restrito a avifauna, alguns estudos sugerem que comunidades de anfíbios e serpentes também sofrem predação por saguis (ver SANTOS, 2009; SILVA, 2011), sendo estes ainda menos documentado.



Figura 2: *Callithrix penicillata* predando um filhote de ave, popularmente conhecido como Inhapim (*Icterus pyrrhopterus*). Fonte Alexandrino *et al.*, 2012.

2.4 Competição e hibridização com nativos

Existe uma preocupação ainda maior em relação a invasão, quando a espécie invasora possui parentes próximos na biota invadida (PEREIRA, 2010). Cruzamentos entre indivíduos da espécie invasora com a espécie nativa mais aparentada podem causar a perda de genótipos únicos, e a formação de indivíduos híbridos pode ocasionar a supressão do endemismo, levando a depreciação da população além de confundir limites taxonômicos que outrora eram claros, fazendo com que a espécie não possa mais ser reconhecida (FERNANDEZ, 2004). Há também os problemas ocasionados pela transmissão de patógenos, competição por habitat e recursos.

A espécie *C. penicillata* foi introduzida na Mata Atlântica ocupando a área de outros calitriquídeos como *Callithrix aurita* e *Callithrix flaviceps* (PEREIRA *et al.*, 2008) , que são saguis que habitam condições climáticas mais extremas e de outros primatas como Mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*) (PROCÓPIO *et al.*, 2008).

O sagui da serra escuro (*C. aurita*) é endêmico da Floresta Atlântica de altitude do sudeste brasileiro, embora possa ocorrer numa altitude que varia de 80 m a 1375 metros acima do nível do mar mais de 75% das ocorrências registradas são acima de 800 metros (BRANDÃO; DEVELEY, 1998; PEREIRA, 2010). Foi classificado como vulnerável pela lista vermelha da IUCN (IUCN, 2012). Foram relatados híbridos de *C. penicillata* e *C. aurita*, inclusive com híbridos férteis. E a presença de *C. penicillata* nos habitats de *C. aurita* e a competição por recursos (PEREIRA *et al.*, 2008)

O sagui-da-serra (*C. flaviceps*) ocorre atualmente em populações pequenas e isoladas, em altitude acima de 500 metros, na Mata Atlântica do Espírito Santo e áreas adjacentes ao leste de Minas Gerais e na fronteira com o estado do Rio de Janeiro (RYLANDS *et al.*, 1996). Foi classificado como em perigo pela lista vermelha da IUCN (IUCN, 2012). Estudos indicam que o sagui-da-serra necessita de uma área de vida relativamente grande cerca de 35,5 hectares para sobreviver, atualmente área de ocupação natural desta espécie encontra-se fragmentada, pelo

desmatamento e agricultura, e que constitui em grande ameaça para essa espécie (REIS *et al.*, 2008). Para piorar o problema indivíduos introduzidos de *C. penicillata* têm deslocado *C. flaviceps* de sua área de ocupação por competição de habitat e recursos (IUCN, 2012).

Os micos-leões-dourados (*Leontopithecus rosalia*) são animais endêmicos de Mata Atlântica (LUDIWIG *et al.*, 2008), pesam entre 500-700 gramas o que os coloca entre as maiores espécies de saguis (RUIZ- MIRANDA, 2006). São hábito frugívoro-faunívoro, com uma dieta constituída de frutos, néctar, goma, pequenos vertebrados e artrópodes (COIMBRA-FILHO, 1991 ; RYLANDS, 1993). Os micos-leões-dourados quase entraram em extinção, e já desapareceram de boa parte de sua área de ocorrência original (RUIZ- MIRANDA, 2006). Entre as maiores ameaças a conservação da espécie além do desmatamento e a caça, esta a ocupação do seu território por saguis exóticos como *C. penicillata*. Estudos realizados constaram que os saguis invasores causaram mudanças no comportamento de forrageio e defesa de território dos Micos-leões-dourados. Além de possuírem uma maior facilidade para ocupar fragmentos pequenos e degradados, que os micos em sua área de ocorrência. A competição por habitat e recursos alimentares vem dificultando a sua conservação (RUIZ- MIRANDA, 2006).

A associação entre *C. penicillata* e primatas nativos ainda é pouco estudada (RUIZ- MIRANDA, 2006), assim como a auto-ecologia dos saguis nos ambientes colonizados (BEGOTTI; LANDESMANN, 2008), o que dificulta a avaliação mais concreta dos impactos e suas consequências a longo prazo.

2.5 Riscos a saúde humana associada à ocorrência de saguis em áreas urbanas

Os saguis (gênero *Callithrix*) são primatas do novo mundo originários do Brasil, filogeneticamente muito próximos aos seres humanos (HORII *et al.*, 2002) e por isso potenciais transmissores de diversas doenças para as pessoas.

O desmatamento dos habitats naturais, próximos a ambientes urbanos torna-os susceptíveis a colonização por primatas generalistas do gênero *Callithrix* (*C. penicillata* e *C. jacchus*). Quando introduzidos nestes locais, criam uma

proximidade desses animais com os humanos, podendo muitas vezes interagirem de forma oportunista afim de suplementar sua dieta.

Os saguis podem ser transmissores de raiva, Herpes B, Varíola dos macacos, resfriado, poliomielite, sarampo, febre amarela, dengue, dentre outros (KINDLOVITS, 1999; ARAÚJO *et al.*, 2008; AGUIAR *et al.*, 2012). Durante os anos de 2007 e 2009 surtos de febre amarela acometeram várias populações de primatas no Brasil, cerca de 1.971 epizootias em primatas com suspeita de febre amarela foram notificadas ao Ministério da Saúde, destes primatas *Callithrix* foi o segundo gênero com maior número de notificações (cerca de 29,0% dos casos) (ARAÚJO *et al.*, 2011).

Saguis estão entre os principais reservatórios de raiva, juntamente com raposas (*Cerdocyon thous*), morcegos hematófago (*Desmodus rotundus*) e outras espécies de quirópteros (AGUIAR, 2012). Durante os anos de 1991 e 1998 foram registrados oito óbitos humanos de raiva transmitidos por saguis (FAVORETTO *et al.*, 2001). Entre 2000 e 2011 no Ceará foram registrados 4 casos de raiva transmitida a humanos por saguis, além de 65 animais serem diagnosticados positivo (DE SOUSA *et al.*, 2013).

Outras doenças, que merecem atenção são as parasitoses intestinais, transmitidas pelos saguis especialmente porque muitas áreas urbanizadas são frequentadas por sagüis e humanos (parques, praças). Pessoas, principalmente crianças, podem entrar em contato com fezes e contrair essas parasitoses (PAULA, 2005).

3- MODELAGEM PREDITIVA DE DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES

DISTRIBUIÇÃO E POTENCIAL DE INVASÃO DO SAGUI *Callithrix penicillata* NO TERRITÓRIO BRASILEIRO

RESUMO

Espécies invasoras são a segunda principal causa de perda da biodiversidade, podendo causar prejuízos econômicos e ambientais. *Callithrix penicillata*, ocorre naturalmente no cerrado, é relatada como espécie invasora em diversos estados do país. Suas populações introduzidas vêm se tornando um problema para a conservação devido ao alto potencial de ocupação, predação de fauna nativa, competição com congêneres nativos e hibridização. Neste estudo utilizamos a modelagem de distribuição potencial (MDP) para identificar áreas com maior probabilidade de ocorrência de *C. penicillata*, utilizando o software Maxent (Máxima Entropia). O valor encontrado foi de AUC=0.966 para dados de treino e AUC=0.919 para os dados de teste, com valor da curva bem próximo a 1. Pelo teste jackknife, observamos que a variável mais correlacionada a distribuição foi a sazonalidade da temperatura (AUC = 0, 86), coincidindo com outros estudos que demonstram que variáveis climáticas influenciam a distribuição de primatas. As regiões apontadas como susceptíveis a invasão foi a Floresta Atlântica da região Sudeste seguida pela região Sul do Brasil. A Floresta Atlântica por possuir alto nível de endemismo, e as regiões Sul e Sudeste por terem grande concentração demográfica, contribuem para que a invasão biológica dos saguis se torne um fator preocupante.

Palavras-chave: MDP (Modelagem de distribuição potencial), Primatas, Floresta Atlântica

INTRODUÇÃO

Invasões biológicas são responsáveis por significativas alterações ambientais, sendo uma das maiores ameaças a biodiversidade (WALKER & STEFEN, 1997). Uma vez estabelecida em um novo *habitat*, a espécie invasora ameaça a diversidade biológica nativa (UICN, 2000; MATTHEWS, 2005), podendo causar prejuízos econômicos e ambientais, que em alguns casos podem ser irreparáveis (MATTHEWS, 2005).

Para mitigar este problema global, muitos estudiosos têm desenvolvido ferramentas que permitem prever o processo de invasão (KULHANEK *et al*, 2011). Dentre estas a modelagem de nicho está se tornando cada vez mais importante na gestão de invasões biológicas (GIANNINI *et al.*, 2012). Modelos de distribuição de

espécies estão sendo usados em estudos de biogeografia, conservação, ecologia e paleontologia (ARAÚJO & GUIBAN, 2006). Em estudo comparativo entre estes modelos o Maxent, obteve o melhor desempenho tanto nos pacotes bioclimáticos, quanto para o desempenho para a região da América do Sul, quando comparado aos modelos gerados pelos programas BIOCLIM, GARP, MARS, DOMAIN E GAM (ELITH *et al.*, 2006), sua principal vantagem sobre outros pacotes analíticos populares é a disponibilidade de funções para avaliar a qualidade do modelo (ELITH *et al.*, 2006; VALE, 2008)

Os modelos ecológicos de nicho, obtidos de maneira rápida e com baixo custo auxiliam na identificação de áreas com maior probabilidade de ocorrência de uma espécie (BALMFORD & GASTON, 1999). Identificar estes locais precisos, que podem ser colonizados com sucesso por espécies invasoras, é um dos problemas mais difíceis enfrentados na invasão biológica (HERBORG *et al.*, 2007).

Os dados de ocorrência são utilizados para se conhecer a distribuição de uma determinada espécie sobre uma área geográfica. Entretanto estes dados muitas vezes são escassos e incompletos o que pode dificultar os planos de conservação e manejo (MADDOCK & SAMWAYS 2000; ELITH *et al.* 2006).

Callithrix penicillata (É. Geoffroy, 1812), são primatas cebídeos arborícolas, de pequeno porte, que habitam várias fisionomias vegetais podendo ocorrer em vegetação, secundária ou perturbada (AURICCHIO, 1995). Populações introduzidas de *Callithrix penicillata* têm se tornado uma preocupação para a conservação ambiental, devido ao alto potencial de ocupação dos habitats e os impactos sobre a fauna nativa. Destaca-se a da fauna local, transmissão de doenças e hibridização com congêneres nativos (BICCA-MARQUES *et al.*, 2006).

Esta espécie ocorre tipicamente no Cerrado, dos estados da Bahia (ao norte sua distribuição alcança o sul dos rios Grande e São Francisco), Minas Gerais, Goiás, sudoeste do Piauí, Maranhão e norte de São Paulo (norte dos rios Tietê e Piracicaba, (HERSHKOVITZ, 1977). Foram introduzidos em várias regiões dos estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro e na margem oposta dos rios Grande e São Francisco (RYLANDS, 1993).

Ações concretas de manejo são possíveis apenas com o conhecimento dos locais já invadidos, e dos locais mais suscetíveis à invasão, para que se possam focar as estratégias de controle nas áreas de maior risco (TAMBOSI & BARBOSA, 2009).

O objeto de estudo foi *C. penicillata*, escolhida pelo fato de ser invasora conhecida em diversas áreas no Brasil, possuindo, assim, relevância no cenário da conservação. Os objetivos deste estudo foram conhecer a distribuição atual do sagui *C. penicillata* e comparar com base na literatura, predizer através do *software* MaxEnt (Máxima Entropia) de modelagem de distribuição potencial, as áreas mais vulneráveis a invasão por esta espécie, discutir a importância ecológica das áreas invadidas, bem como os prejuízos que o sagui pode causar nestes locais, e fornecer dados para ações de manejo e conservação.

MATERIAL E MÉTODOS

Para estimar a distribuição da espécie foi utilizado o *software* Maxent (www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/), que é uma técnica de aprendizagem automática (*machine-learning*) que estima a distribuição de probabilidades mais próxima à distribuição uniforme sob a restrição de que os valores esperados para cada variável ambiental estejam de acordo com os valores empíricos observados nos pontos de ocorrência (DE MARCO JUNIOR & SIQUEIRA, 2009). Este algoritmo requer na entrada um conjunto de camadas ou variáveis ambientais (tais como a precipitação, altitude, etc.), bem como um conjunto de locais de ocorrência georreferenciados, para produzir um modelo da distribuição da espécie em questão (AMARAL *et al.*, 2011; PHILLIPS *et al.* 2006).

Os locais de ocorrência dos saguis foram obtidos através de uma extensa revisão de literatura nas bases Web of Science (apps-wofknowledge.ez25.periodicos.capes.gov.br) Scielo- Scientific Electronic Library Online (www.scielo.org/php/index.php), Academic Google (scholar.google.com.br), consulta a coleções biológicas (Anexo I), e nos bancos de dados de registro de localidade de espécies: Global Biodiversity Information Facility (gbif.sibbr.gov.br), Mammal Networked Information System (manisnet.org), SpeciesLink (slink.cria.org.br) e Táceus (taxeus.com.br). Quando não se encontravam georreferenciados, os locais de ocorrência foram georreferenciados através da ferramenta geoloc (slink.cria.org.br/geoloc) e do Google Earth.

As variáveis ambientais escolhidas foram as 19 listadas por Hijmans *et al.*, (2005) (tabela 1) obtidas através da consulta WordClim (www.worldclim.org)

além da altitude e vegetação dos biomas obtidos no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE (www.dpi.inpe.br/Ambdata/index.php). As análises complementares, de sobreposição dos dados de ocorrência dos saguis com unidades de conservação, domínios fitogeográficos e áreas prioritárias para a conservação foram realizadas através do programa DIVA- GIS (www.diva-gis.org/download).

Para avaliar a qualidade e confiabilidade do modelo, um conjunto de dados independente dividido em treino e teste foi gerado. O conjunto teste foi criado usando uma aleatória de 25% dos pontos de presença, (totalizando 152 pontos de treino e 51 pontos de teste), onde os tons vermelhos preveem uma alta probabilidade de condições favoráveis; os tons de verde preveem condições típicas daquelas em que a espécie é normalmente encontrada; e tons de azul preveem uma probabilidade baixa de condições favoráveis (VALE, 2008). Os resultados do modelo foram avaliados por meio da análise da curva característica de operação (ROC), que avalia a taxa de verdadeiros positivos (ausência de erro de omissão) *versus* a especificidade da taxa de falso positivo (erro de sobreprevisão), gerando a área sob a curva (AUC). A medida de ajuste do modelo seria de uma previsão aleatória com o valor de AUC = 0,5.

Tabela 1: Variáveis ambientais utilizadas no estudo obtidas no WordClim

Sigla	Variável
BIO1	Temperatura média anual
BIO2	Variação Diurna Média de Temperatura (Média mensal (Tmax-Tmin))
BIO3	Isotermalidade ((bio2/bio7) (* 100))
BIO4	Sazonalidade da Temperatura(desvio padrão * 100)
BIO5	Temperatura máxima do mês mais quente
BIO6	Temperatura mínima do mês mais frio
BIO7	Amplitude térmica anual(bio5-bio6)
BIO8	Temperatura média do trimestre mais úmido
BIO9	Temperatura média do trimestre mais seco
BIO10	Temperatura média do trimestre mais quente
BIO11	Temperatura média do trimestre mais frio
BIO12	Precipitação Anual
BIO13	Precipitação do mês mais chuvoso
BIO14	Precipitação do mês mais seco
BIO15	Sazonalidade da Precipitação (coeficiente de variação)
BIO16	Precipitação do trimestre mais chuvoso
BIO17	Precipitação do trimestre mais seco
BIO18	Precipitação do trimestre mais quente
BIO19	Precipitação do trimestre mais frio

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No trabalho de revisão foram obtidos 203 pontos de ocorrência e uma área de ocupação muito maior que a citada pela IUCN. Pelos dados da IUCN, podemos observar que a distribuição de *C. penicillata* é está concentrada principalmente nas áreas de Cerrado, o qual seria o *habitat* natural da espécie, enquanto o que foi encontrado nesse trabalho ultrapassa esse domínio fitogeográfico (Figura 1).

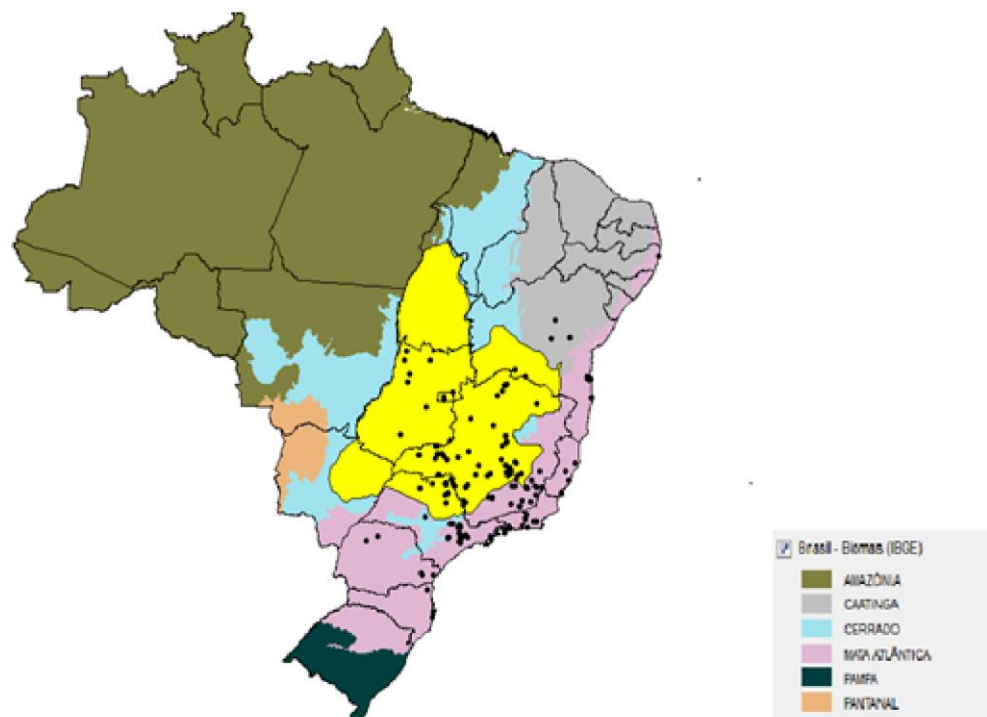


Figura 1: Comparação entre os domínio fitogeográficos brasileiros e a distribuição espacial listada para *Callithrix penicillata* pela IUCN (amarelo) e a encontrada neste estudo (pontos em preto).

Ao analisarmos os resultados obtidos pelo modelo, observamos que as áreas mais suscetíveis a invasão por *C. penicillata* fora da sua área provável de ocorrência é a Floresta Atlântica da região Sudeste (Figura 2). Quanto a confiabilidade do modelo os valores encontrados na curva característica de operação , foram AUC=0.966 para dados de treino e AUC=0.919 para os dados de teste. O AUC varia

entre 0 e 1, onde valores igual a 1 = desempenho perfeito do modelo; 0,5 = desempenho tão bom quanto o de um modelo gerado aleatoriamente; valores menores que 0,5 = desempenho pior que o de um modelo gerado aleatoriamente (VALE, 2008). Pearce & Ferrier, (2000), no entanto, consideram que geralmente valores acima de 0.75, já indicam um bom desempenho do modelo gerado, por isso quanto mais próximo de 1 for a área sob a curva, menor a probabilidade do modelo ser resultado da previsão aleatória.

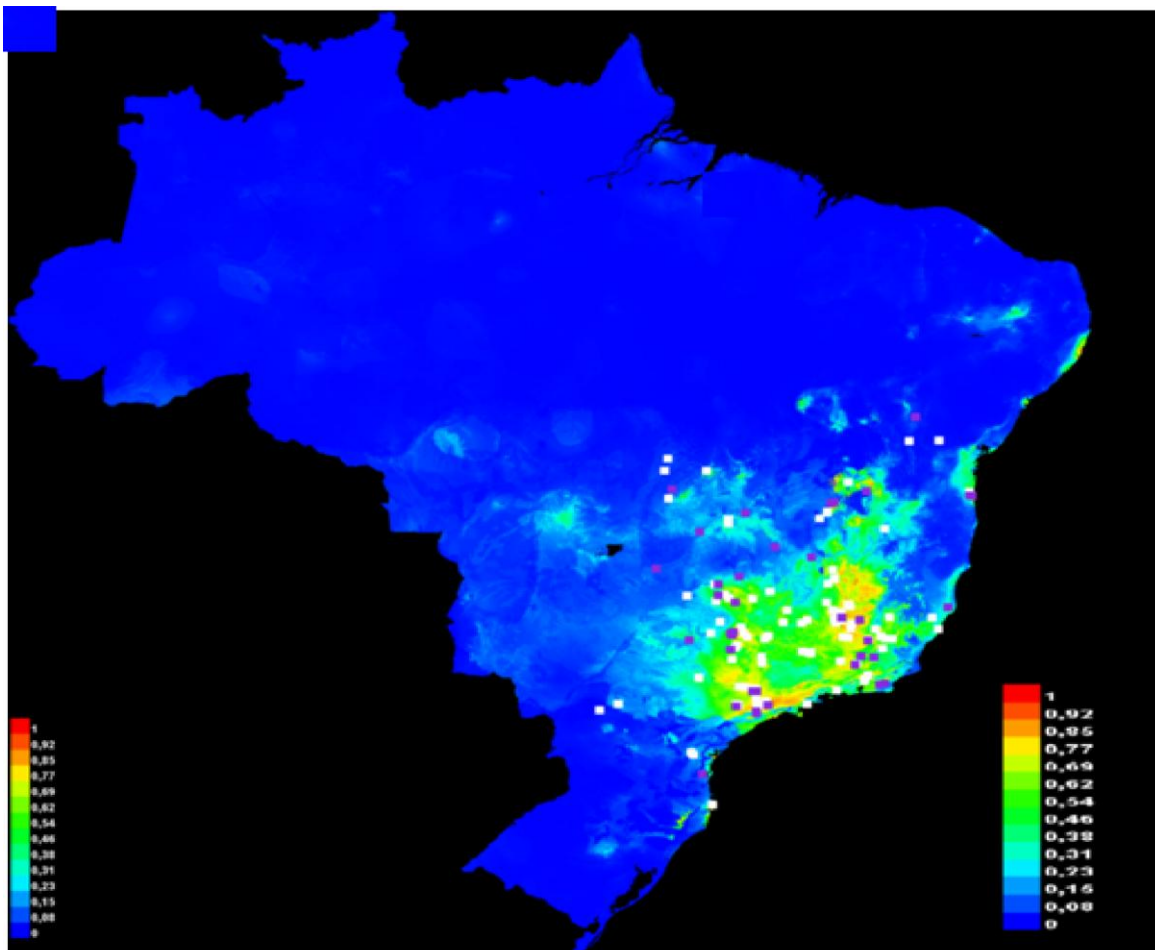


Figura 2: Representação geográfica com a predição da ocorrência da espécie *Callithrix penicillata* no território Brasileiro, pontos brancos localidades usadas para gerar o modelo (treino) e os pontos roxos representando as localidades usadas para testar o modelo.

Quanto as variáveis ambientais que mais influenciaram a predição do modelo, podemos perceber pelo teste jackknife, que existe maior correlação entre a distribuição da espécie com as variáveis: sazonalidade da temperatura (BIO 4) AUC=0,86, Temperatura média do trimestre mais frio (BIO 11) AUC=0,84, seguida pela temperatura média do trimestre mais seco (BIO9) AUC=0,83.

Existem sistemas que apresentam elevada sazonalidade e outros padrões mais estáveis, o cerrado brasileiro é um bom exemplo de ambiente de alta sazonalidade, (TANNUS, 2004). Possui marcadamente duas estações uma chuvosa e quente (outubro a abril) com temperaturas variando entre 20 a 28°C e outra fria e seca (maio a setembro) com temperaturas chegando aos 16°C (TANNUS, 2004). Apesar de possuir uma precipitação média anual de 1.600mm, 75% das chuvas ocorrem entre outubro e maio, podendo a umidade relativa do ar chegar próximos de 20% na época da seca (TANNUS, 2004; FONSECA & SILVA JÚNIOR, 2004).

Tais características do cerrado, explicam a maior correlação encontrada no presente estudo da espécie com as variáveis ambientais sazonalidade da temperatura, temperatura média do trimestre mais frio e temperatura média do trimestre mais seco. Tal fato demonstra que fatores climáticos e ambientais podem interferir na distribuição do sagui pelo território brasileiro, criando assim áreas com maior e menor probabilidade de invasão.

Outros estudos realizados com primatas perceberam a existência de uma correlação entre as variáveis ambientais e os limites de distribuição, assim como utilização do espaço. Os limites de distribuição de *Brachyteles arachnoides* (É. Geoffroy, 1806) a exemplo são influenciadas por fatores climáticos (AUC=0.994), tais como a temperatura e precipitação. A sazonalidade da temperatura, assim como no nosso estudo, foi a variável mais correlacionada a distribuição (AUC=0.96), seguido de temperatura média anual (AUC=0.93), e temperatura máxima do mês mais quente (AUC=0.93) (LOPES & GRELE, 2010). Para *Callithrix flaviceps* (Thomas, 1903), estudos com os modelos obtidos através de regressão logística (com uma concordância de 95,6%), mostraram que os fatores climáticos parecem limitar a sua distribuição, sugerindo que existem áreas com maiores probabilidades (> 40%) de ocorrência da espécie. Esta teve uma relação positiva com a umidade relativa (0,8057, com erro padrão 0,00229), além de preferência por áreas de floresta ombrófilas (mais de 50% da ocorrência nas Florestas Ombrófilas) (GRELE & CERQUEIRA, 2006).

Howard *et. al.* (2012), em um trabalho com macacos pregos, concluíram que algumas variáveis ambientais como cobertura vegetal (45,3 %), solo descoberto (22,3%), elevação (18,4%) e área sombreada (13,9%), influenciavam nas rotas de dois grupos de macacos pregos e com isso na escolha do habitat, o uso diário do

território era mais provável em locais com maior quantidade de vegetação e altitudes menores.

Quanto aos fatores delimitantes da invasão, podemos através de uma análise individual da variável altitude (AUC=0,77) realizada no DIVA-GIS, perceber que os registros de ocorrência da espécie são na maioria encontrados para altitudes até 1000m (Figura 3).

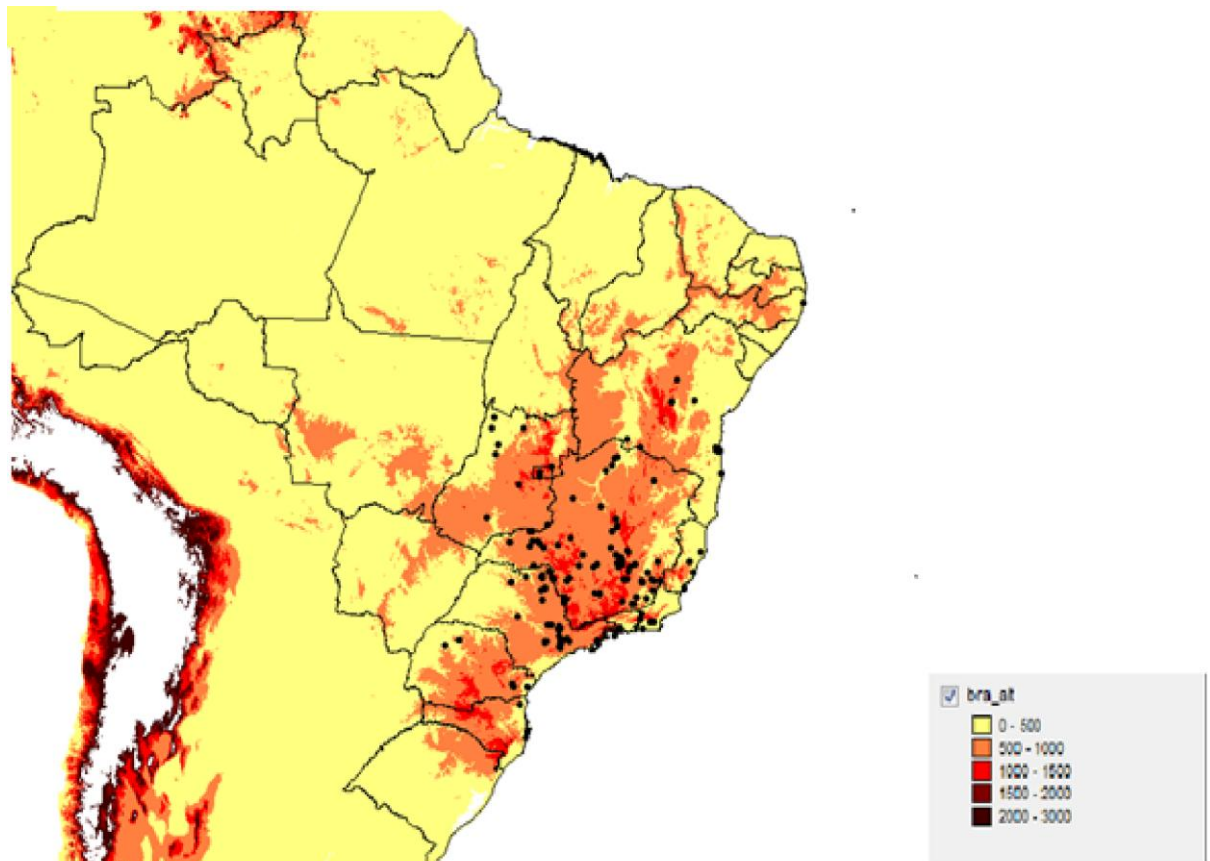


Figura 3: Distribuição de *Callithrix penicillata* ao longo do gradiente altitudinal. Mapa gerado pela análise no programa DIVA-GIS.

Para tentar entender o impacto da invasão de *C. penicillata*, é necessário analisarmos a sua área de distribuição pelo território nacional juntamente com outros fatores ligados a conservação, como as Unidades de conservação (UC), Áreas Prioritárias para a Conservação o próprio domínio da Floresta Atlântica.

As Unidades de Conservação (UC) são definidas como espaços territoriais que juntamente com seus recursos ambientais, têm características naturais

relevantes. Elas dividem-se em dois grupos: Unidades de Proteção Integral, onde é permitido apenas o uso indireto dos recursos naturais (podendo ser de âmbito Federal, Estadual e Municipal) e as Unidades de Uso Sustentável, que visa conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais (podendo também ser Federais, Estaduais e Municipais). As Uc's tem então como função de assegurar a representatividade de amostras significativas e ecologicamente viáveis das diferentes populações, *habitats* e ecossistemas do território nacional e das águas jurisdicionais, preservando o patrimônio biológico existente (MMA, 2015). Quando analisamos, a ocorrência de *C. penicillata*, sobreposta as Unidades de Conservação do Brasil (Federais, Estaduais, Municipais) (Figura 4), percebemos que a espécie invadiu Unidades de Conservação pertencentes à Floresta Atlântica (tabela 2), que são áreas fundamentais para a manutenção de amostras representativas e viáveis da diversidade biológica da Floresta Atlântica (MMA, 2015).

Através do Decreto 5.092, de 21 de maio de 2004, o Ministério do Meio Ambiente definiu as áreas brasileiras, consideradas “Áreas Prioritárias para a Conservação” assim como as regras para sua identificação, conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade. Estes locais não se restringem as Unidades de Conservação, mas abrangem todas as áreas de interesse ecológico para a conservação da biodiversidade brasileira (MMA, 2004). Quando comparamos a distribuição do *C. penicillata* com as Áreas Prioritárias para Conservação, percebemos que na Floresta Atlântica é possível encontrar, várias áreas de interesse ecológico já invadidas (Figura 5).

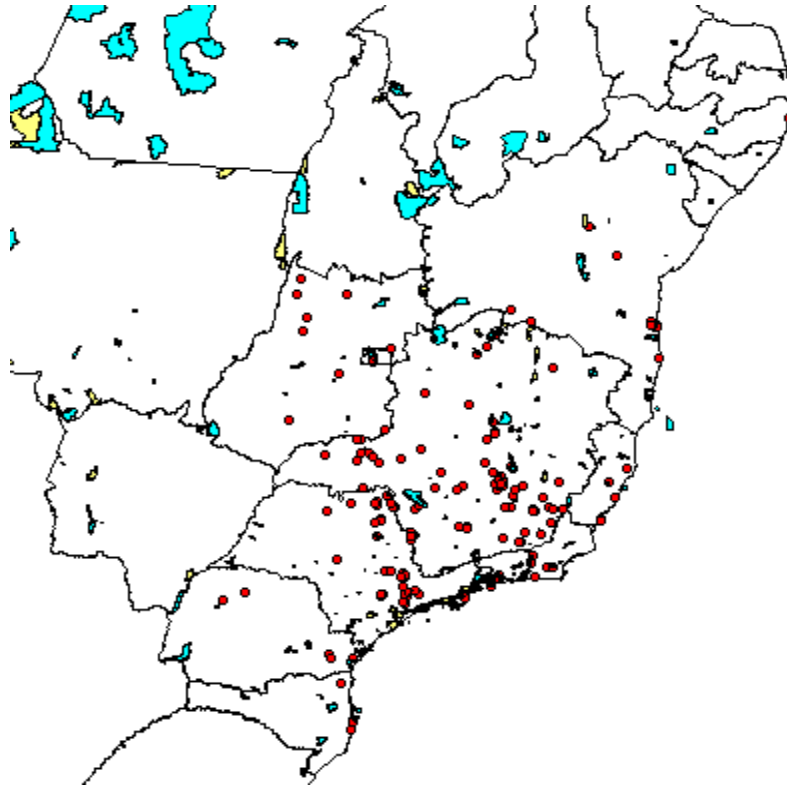


Figura 4: Unidades de conservação, Federais (Azul), Estaduais (Amarelo), Municipais (Verde) X Ocorrência de *C. penicillata* (pontos em vermelho)

Tabela 2: Algumas das Unidades de Conservação invadidas por *Callithrix penicillata*

Nome da Unidade de Conservação	Localização
Parque Estadual do Ibitipoca	Lima Duarte, MG
Parque Estadual do Itacolomi	Ouro Preto, MG
Parque das Mangabeiras	Belo Horizonte, MG
Parque Estadual do Brigadeiro	Araçuaia, MG
Parque Nacional da Serra do Cipó	Santana do Riacho, MG
Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Caraça	Catas Altas, MG
Parque Nacional da Serra dos Órgãos	Teresópolis, RJ
Parque Nacional do Itatiaia	Serra da Mantiqueira, RJ
Reserva Florestal do Morro grande	Cotia, SP
Área de Proteção Ambiental (APA) Vargem Limpa	Bauru, SP
Estação Ecológica de Jataí	Luis Antonio, SP
Floresta Nacional de Ipanema	Iperó, SP
Parque Ecológico do Córrego Grande	Florianópolis, SC

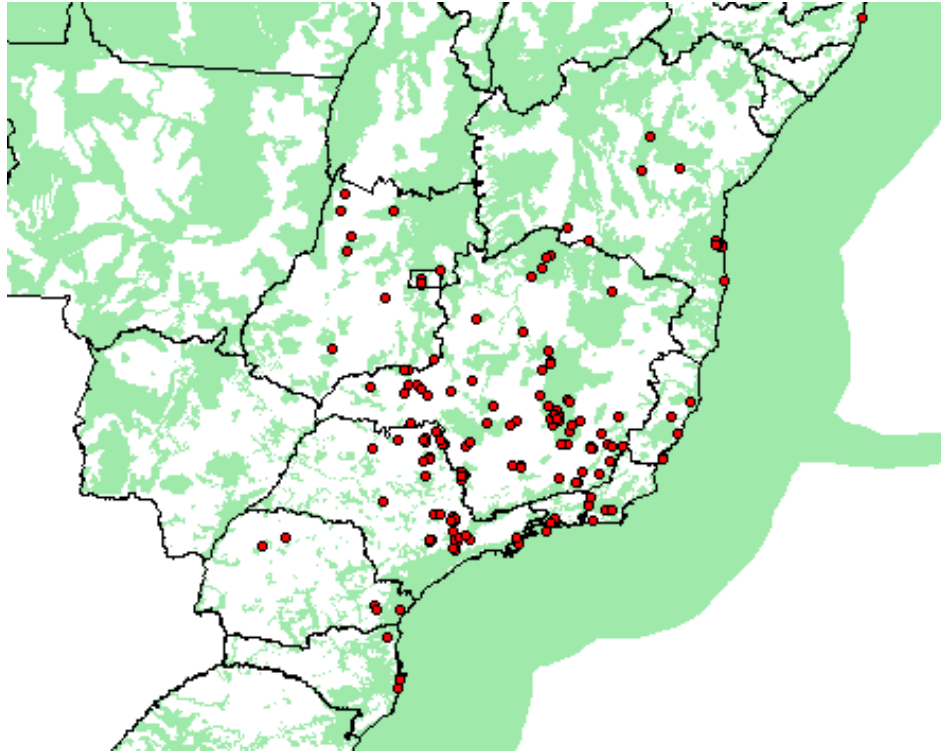


Figura 5: Áreas prioritárias para a conservação (Verde) X Ocorrência de *C. penicillata* (pontos em vermelho)

A Floresta Atlântica é reconhecida como um *hotspot* mundial, com uma das mais altas taxas de endemismo e biodiversidade do planeta (WEGE & LONG 1995). Levantamentos realizados indicam que a Floresta Atlântica abriga centenas de espécies de aves, anfíbios, répteis, mamíferos e peixes (MMA, 2015). Originalmente ela se estendia por aproximadamente 1.300.000 km², ocorrendo em 15 estados do território brasileiro (MMA, 2015). Atualmente existem somente 22% de sua cobertura original, (MMA, 2015), e segundo dados da Fundação SOS Mata Atlântica cerca de 18.267 hectares (ha), são desmatados anualmente (SOSMA, 2014). A maior parte do seu território está restrita a fragmentos florestais isolados (VIANA, 1995; VIANA *et al.*, 1998), com apenas 7%, bem conservado em fragmentos acima de 100 hectares (MMA, 2015).

A Floresta Atlântica é considerada uma das mais ameaçadas do planeta (STEHMANN *et al.* 2009) , e boa parte do seu território se encontra nas regiões Sudeste e Sul. Essas regiões possuem a maior concentração populacional no Brasil (IBGE, 2010), o que cria uma grande pressão causada pelos processos de urbanização e industrialização, desmatamento, fragmentação, ocupação antrópica, e mais recentemente as invasões biológicas (FABRICANTE *et al.*, 2012).

Saguis são invasores generalistas, com uma dieta ampla (AURICCHIO, 1995; MIRANDA; FARIA, 2001), alto potencial de ocupação dos habitats (BICCA-MARQUES *et al.*, 2006), e capacidade de ocorrer em várias fisionomias vegetais como áreas perturbadas ou de vegetação secundária (AURICCHIO, 1995). Tem causado diversos problemas nas áreas de Floresta Atlântica onde foram introduzidos, que vão desde predação da fauna nativa (ovos de aves, filhotes de aves, anfíbios e serpentes) (ver MIRANDA; FARIA, 2001; LYRA-NEVES *et al.*, 2007; SANTOS, 2009; SILVA, 2011), a competição direta com espécies de primatas nativos, hibridização com a fauna endêmica (BICCA-MARQUES, 2006), além da transmissão de doenças a primatas e humanos (KINDLOVITS, 1999).

A Floresta Atlântica possui cerca de 849 espécies de aves, sendo 199 endêmicas e 144 ameaçadas de extinção (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2000; FARIA *et al.*, 2006). O declínio das populações de aves, interfere negativamente na estrutura e no funcionamento das comunidades (LOISELLE; HOPPES, 1983; GIBBS, 1991; MARTIN, 1993), e entre as principais causas está a predação de ninhos, (RICKLEFS 1969, WILCOVE 1985).

Na Floresta Atlântica ocorrem quatro espécies endêmicas de saguis *Callithrix aurita* (É. Geoffroy in Humboldt, 1812) *Callithrix flaviceps* (Thomas, 1903), *Callithrix kuhlii* (Coimbra-Filho, 1985) e *Callithrix geoffroyi*, (É. Geoffroy in Humboldt, 1812). Quando a invasão ocorre em locais onde a espécie invasora possui parentes próximos no local invadido, a preocupação é ainda maior (PEREIRA, 2010), pois a hibridização pode levar a perda de genótipos únicos, supressão do endemismo e depreciação da população (FERNANDEZ, 2004). Além disso, existem os problemas ocasionados pela transmissão de patógenos, competição por habitat e recursos, com espécies diferentes de primatas PEREIRA *et al.*, 2008). *C. penicillata* introduzida na Floresta Atlântica ocupa a área de outros calitriquídeos como *C. aurita* e *C. flaviceps* (PEREIRA *et al.*, 2008), e de outros primatas como Mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*, Linnaeus, 1766) (PROCÓPIO *et al.*, 2008).

Os primatas do gênero *Callithrix* são filogeneticamente muito próximos aos seres humanos (HORII *et al.*, 2002) e por isso se tornam reservatórios de doenças, que acometem tanto humanos e primatas, e muitas vezes potenciais transmissores. Os “saguis” são classificados pela Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), como

espécie hospedeira e/ou reservatório de parasitos de potencial risco biológico e, por isso, são monitorados pela Coordenação de Vigilância e Controle dos Fatores de Risco Biológico, a fim de prevenir e evitar qualquer mudança nos fatores determinantes e condicionantes do meio ambiente que interferem na saúde humana (FUNASA, 2002). Desde 1930 na literatura são descritas doenças transmitidas por primatas a humanos, sendo encefalomielite (por *Herpesvirus simiae*) uma das primeiras (VERONA, 2008). Mas diversas outras doenças de origem fúngica, viral, bacteriana e helmintíases são descritas atualmente circulando entre humanos e primatas não humanos, como raiva, herpes B, varíola dos macacos, resfriado, poliomielite, sarampo, febre amarela, dengue, dentre outros (KINDLOVITS, 1999; ARAÚJO *et al.*, 2008; VERONA, 2008 AGUIAR *et al.*, 2012).

Dezena de saguis já foram diagnosticados com raiva, e óbitos humanos já foram ocasionados por raiva transmitida por saguis (FAVORETTO *et al.*, 2001 DE SOUSA *et al.*, 2013), o gênero *Callithrix* foi o segundo maior acometido por febre amarela entre os primatas não humanos (ARAÚJO *et al.*, 2011). Além disso parasitoses intestinais, podem ser transmitidas pelos saguis a humanos em áreas urbanizadas frequentadas por saguis e humanos (parques, praças) (PAULA, 2005).

Verona (2008) em pesquisa com saguis que viviam em áreas urbanas e florestais constatou a presença das bactérias, *Escherichia coli* (pode causar em pessoas gastroenterite, infecção urinária, meningite), *Klebsiella oxytoca* (causadora de infecções do trato urinário e septicemia), *Klebsiella pneumoniae* (pneumonia) *Sphingomonas paucimobilis* (pode ocasionar peritonite, abscesso cerebral, adenopatias cervicais, infecção respiratória, infecção urinária e meningite), *Salmonella enteritidis* (gastroenterites). Além de microfilárias, fungos, ovos de parasitos e larvas de nematoides.

Ambientes degradados muitas vezes não possuem condições que garantam a sobrevivência dos saguis endêmicos da Floresta Atlântica, tornando essas áreas, principalmente perto de ambientes urbanos, susceptíveis a colonizações dos primatas mais generalistas do gênero *C. penicillata* e *C. jacchus*. Quando em ambientes próximos a humanos, primatas muitas vezes podem interagir de forma oportunista com as pessoas buscando suplementar sua dieta (SABBATINI *ET AL.*,

2006; SAITO *et al.*, 2010). Essa maior proximidade então gerada aumenta os riscos de transmissão de doenças e torna também os saguis potenciais reservatórios dessas doenças (KINDLOVITS, 1999; ARAÚJO *ET AL.*, 2008; AGUIAR *ET AL.*, 2012).

6- CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Floresta Atlântica, já sofre inúmeras pressões oriundas da antropogenia, a fragmentação e degradação dos habitats torna-a um ambiente ainda mais vulnerável as invasões biológicas, *C. penicillata* tornou-se um invasor bem sucedido em áreas de Floresta Atlântica, causando a depreciação de diversas espécies nativas, que já sofrem com diversas outras pressões. Fatores ligados a urbanização e industrialização são mais difíceis de serem controlados uma vez que o processo de expansão humana pouco pode ser contido. Mas as invasões biológicas por sua vez através de manejo e intervenções bem sucedidas, podem ser mitigadas ou até mesmo extinguidas.

O modelo gerado atingiu índices desejáveis de confiabilidade, e pode vir a ser utilizado no auxílio do planejamento do controle da invasão biológica. Mas estudos fazem se necessários para traçar as melhores medidas para o controle da invasão.

Os resultados deste estudo contribuem para a conservação da Floresta Atlântica por fornecer dados que ajudam a elucidar o processo de invasão biológica do sagui *Callithrix penicillata*. Traçando o perfil atual da invasão, e demonstrando quais áreas são mais propensas a invasão, bem como quais condições ambientais podem contribuir ou limitar a invasão. Dados que podem ser utilizados em projetos futuros de conservação e manejo.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, T.D.F.; JÚNIOR, R.Q.B.; COSTA, E.C.; ROLIM, B.N.; ROMIJN, P.C.; MORAIS, N.B. & TEIXEIRA, M.F.S. Risco de transmissão da raiva humana pelo contato com saguis (*Callithrix jacchus*) no estado do Ceará, Brasil **Veterinária e Zootecnia**, v. 19 n.3 p. 326-331. 2012.

ALEXANDRINO, E. R., LUZ, D. T. A. D., MAGGIORINI, E. V.; FERRAZ, K. M. P. M. D. Nest stolen: the first observation of nest predation by an invasive exotic marmoset (*Callithrix penicillata*) in an agricultural mosaic. **Biota Neotropica**, v. 12 n.2 p. 211-215. 2012. Disponível em < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1676-06032012000200021&script=sci_arttext > Acesso em 07 fev. 2015.

AMARAL, S.; BESTETTI, C. C.; RIBEIRO JÚNIOR, M. A. **Tutorial de modelos de distribuição de espécie**. Divisão de Processamento de Imagens – INPE, Brasil. 2011.

ARAÚJO, D. B., MEDINA, A.O., CUNHA, E.M.S., DURIGON, E.L., FAVORETTO, S.R. Estudo epidemiológico do vírus da raiva em mamíferos silvestres provenientes de área de soltura no litoral norte do Estado de São Paulo. **Conbravet** v.35 p. 689-692. 2008.

ARAÚJO, F. A. A.; RAMOS, D. G.; SANTOS, A. L.; PASSOS, P. H. D. O.; ELKHOURY, A. N. S. M.; COSTA, Z. G. A.; ROMANO, A. P. M. Epizootias em primatas não humanos durante reemergência do vírus da febre amarela no Brasil, 2007 a 2009. **Epidemiologia e Serviço de Saúde** v. 20 n.4: 527-536. 2011. doi: 10.5123/S1679-49742011000400012

ARAÚJO, MIGUEL B.; GUIBAN, ANTOINE. Five (or so) challenges for species distribution Modelling. **Journal of biogeography** v. 33 n.10 p. 1677-1688. 2006. doi: 10.1111/j.1365-2699.2006.01584.x

ARGEL, O. M. M. (1995). Aves e vegetação em um bairro residencial da cidade de São Paulo (São Paulo, Brasil). **Revista Brasileira de Zoologia**, v.12 n.1 p. 81 –92. 1995.

AURICCHIO, P. **Primatas do Brasil**. 1ª Ed. São Paulo: Terra Brasilis. 1997.

BALMFORD, A.; GASTON, K. J. Why biodiversity surveys are good value? **Nature** n.18 p. 204–205. 1999. doi:10.1038/18339

BEGOTTI, R. A.; LANDESMANN, L. F. Predação de ninhos por um grupo híbrido de sagüis (*Callithrix Jacchus/ Penicillata*) introduzidos em área urbana: implicações para a estrutura da comunidade. **Neotropical Primates** v.15 n.1 p. 28–29. 2008.

BICCA-MARQUES, J. C.; SILVA, V. M.; GOMES, D. F. Ordem Primates. In: Reis, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P (Org.) **Mamíferos do Brasil**, Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2006. pp.101 -148.

BIRDLIFE INTERNATIONAL **Threatened birds of the world**, Lynx Editions: Cambridge, 852p. 2000. <http://www.birdlife.org/datazone/info/speciespubs> Acessado em 07 fevereiro de 2015

BRANDÃO, L. D.; DEVELEY, P. F. Distribution and Conservation of the Buffy Tufted Ear marmoset, *Callithrix aurita*, In: Lowland Coastal Atlantic Forest Southeast Brazil. **Neotropical Primates**, v.6 n.3 p. 86-88. 1998.

CATFORD, J.A., JANSSON, R., NILSSON, C. Reducing redundancy in invasion ecology by integrating hypotheses into a single theoretical framework. **Diversity and Distributions**. v. 15 p. 22-40. 2009. Disponível em < <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1472-4642.2008.00521.x/epdf> > Acesso em 23 fev. 2015.

COLAUTTI, R.I., MACISAAC, H.J. A neutral terminology to define 'invasive' species. **Diversity and Distributions** v. 10 p.134–141. 2004. Disponível em < http://www.reabic.net/publ/Colautti_et%20al_2004_biological%20invasions.pdf > Acesso em 13 jan. 2015.

CONSEMA. **Espécies Exóticas Invasoras**: Proposta de Estratégia para abordar a questão, São Paulo. 47p. 2009. Disponível em: http://www.ambiente.sp.gov.br/consema/files/2011/11/oficio_consema_2009_244/Especies_Exoticas_Invasoras_propostas_de_estrategia.pdf. Acesso em: 10 jan. 2015.

DAVIS, M. A.; THOMPSON, K. Eight ways to be a colonizer; two ways to be a invader: a proposed nomenclature scheme for invasion ecology. **Bulletin of the Ecological Society of America**, v.81 p. 226–230. 2000. Disponível em < <http://www.macalester.edu/~davis/8ways.pdf> > Acesso em 25 jan. 2015.

DE MARCO JUNIOR, P. & SIQUEIRA, M. F. Como determinar a distribuição potencial de espécies sob uma abordagem conservacionista? **Megadiversidade** v.5 p. 1-2. 2009.

DE MORAIS Jr., M. M. 2010. Os saguis (*Callithrix* Spp., Erxleben, 1777) exóticos invasores na Bacia do Rio São João, Rio De Janeiro: biologia populacional e padrão de distribuição em uma paisagem fragmentada. Universidade Estadual do Norte Fluminense. **Tese de doutorado**. 78p.

DE SOUSA, M. S.; RIBEIRO, W. L. C.; DUARTE, N. F. H.; ANDRE W. P. P., & SANTIAGO, S. L. T. Transmissão da Raiva por Saguí (*Callithrix jacchus*) no Estado do Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal** v. 7 n.2 p. 270-287. 2013. doi:10.5935/1981-2965.20130024.

ELITH, J., C.H. GRAHAM, R.P. ANDERSON, M. DUDIK, S. FERRIER, A. GUIBAN, R.J. HIJMANS, F. HUETTSMANN, J.R. LEATHWICK, A. LEHMANN, J. LI, L.G. LOHMANN, B.A. LOISELLE, G. MANION, C. MORITZ, M. NAKAMURA, Y. NAKAZAWA, J.M. OVERTON, A.T. PETERSON, S.J. PHILLIPS, K. RICHARDSON,

R. SCACHETTI-PEREIRA, R.E. SCHAPIRE, J. SOBERON, S. WILLIAMS, M.S. WISZ & N.E. ZIMMERMANN. Novel methods improve prediction of species distributions from occurrence data. **Ecography** v.29 p.129-151. 2006.doi: 10.1111/j.2006.0906-7590.04596.x

ELTON, C.S. **The ecology of invasions by animals and plants**. Chicago: University of Chicago Press,1958.

FAVORETTO, S. R.; MATTOS, C. C.; DE MORAIS, N. B.; ALVES ARAÚJO, F. A. & MATTOS, C. A. Rabies in marmosets (*Callithrix jacchus*), Ceará, Brazil. **Emerging Infectious Diseases** v. 7n. 6 p. 1062–1065. 2001.

FERNANDEZ, F. A. S. Invasores de outros mundos: perda de biodiversidade por contaminação biológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO-SEMINÁRIOS, 4. 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Ed. O Boticário de Proteção à Natureza vol. 2.

FUNASA. **Vigilância Ambiental em Saúde**. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 44p. 2002.

FAVORETTO, S. R.; MATTOS, C. C.; DE MORAIS, N. B.; ALVES ARAÚJO, F. A. & MATTOS, C. A. Rabies in marmosets (*Callithrix jacchus*), Ceará, Brazil. **Emerging Infectious Diseases journal**, v.7 n.6 p. 1062–1065. 2001. doi: 10.3201 /eid070 6.010630.

FABRICANTE, Juliano Ricardo *et al.* Invasão biológica de *Artocarpus heterophyllus* Lam.(Moraceae) em um fragmento de Mata Atlântica no Nordeste do Brasil: impactos sobre a fitodiversidade e os solos dos sítios invadidos. **Acta Botanica Brasilica** v. 26 n.2 p. 399-407. 2012. doi: 10.1590/S0102-33062012000200015

FONSECA, M. S. & SILVA JÚNIOR, M. C. Fitossociologia e similaridade florística entre trechos de Cerrado sentido restrito em interflúvio e em vale no Jardim Botânico de Brasília, DF. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18 n.1 p. 19-29. 2004. doi: 10.1590/S0102-33062004000100003

GALETTI, M., BOVENDORP, R.S., FADINI, R.F., GUSSONI, C.O.A., RODRIGUES, M., ALVAREZ, A.D., GUIMARÃES JUNIOR, P. R. & ALVES, K. Hyper abundant mesopredators and bird extinction in an Atlantic forest island. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 26 n. 2 p. 288-298. 2009.

GIANNINI, T. C. Desafios atuais da modelagem preditiva de distribuição de espécies. **Rodriguésia**, v. 63 n.3 n. 733-749.2012.

GIBBS, J.P. Avian nest predation in tropical wet forest: An experimental study. **Oikos**, v. 60 n.2 p. 155-161. 1991. doi: 10.2307/3544861

GRELLE, C.E.V. & CERQUEIRA, R. Determinantes da Distribuição Geográfica de *Callithrix flaviceps* (Thomas) (Primates, Callitrichidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23 p. 414-420. 2006. doi: 10.1590/S0101-81752006000200016

GOMES, F. B. R.; LIMA-GOMES, R. C. Registro Ocasional da Predação da PombaDe-Bando (*Zenaida auriculata* desmurs, 1847) pelo Sagüi-Do-Cerrado

(*Callithrix penicillata* é. Geoffroy, 1812) no interior de São Paulo, SP. **Neotropical Primates**, v.18 n. 2 p. 68-70. 2011.

HERBORG, L. M.; JERDE, C. L.; LODGE, D. M.; RUIZ, G. M. & MACISAAC, H. J. Predicting invasion risk using measures of introduction Effort and environmental niche models. **Ecological Applications**, v. 17 n.3 p. 663–674. 2007. doi:10.1890/06-0239.

HERSHKOVITZ P. **Living New World Monkeys (Platyrrhini)**. Chicago: University of Chicago Press. 1997.

HIJMANS, R.J., CAMERON, S.E., PARRA, J.L., JONES, P.G. & JARVIS, A. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 25 p. 1965-1978. 2005. doi: 10.1002/joc.1276.

HORII, I.; KITO, G.; HAMADA, T.; JIKUZONO, T.; KOBAYASHI, K. & HASHIMOTO, K. Development of telemetry system in the common marmoset-cardiovascular effects of astemizole and nicardipine. **The Journal of Toxicological Sciences**, v. 27 n.2 p. 123-130. 2002. doi:10.2131/jts27.123.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico**. 2010. <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=10&uf=00> Acessado em 08 de setembro de 2015

IUCN, União Internacional para a Conservação da Natureza. **The IUCN Red List of Threatened Species**. 2012. <http://www.iucnredlist.org/> Acessado em 26 de agosto de 2015.

IUCN, União Internacional para a Conservação da Natureza (2000). **Guias para la prevención de pérdidas de diversidad biológica ocasionadas por especies exóticas invasoras**. Suíça: Sésion del Consejo, Gland. 2000. <http://www.iucn.org/themes/ssc/pubs/policy/invasivesEng.htm> Acessado em 20 de agosto de 2015.

KINDLOVITS, A. **Clínica e terapêutica em primatas neotropicais**. Juiz de Fora: Editora UFJF.1999.

KULHANEK, S. A.; LEUNG, B. & RICCIARDI, A. Using ecological niche models to predict the abundance and impact of invasive species: application to the common carp. **Ecological Applications**, v.21 n.1 p. 203–213.2011. doi: 10.1890/09-1639.1.

LEVINE, J.M.; D'ANTONIO, C.M. Elton revisited: a review of evidence linking diversity and invasibility. **Oikos** v. 87 p. 15–26. 1999.

LOPES, R. C.; GRELLE, C. E. V. Modelagem da distribuição potencial de *Brachyteles arachnoides* com base em variáveis climáticas. **Ecological Modelling**, v.128 p. 127-147. 2010.

LOISELLE, B.A.; W.G. HOPPES. Nest predation in insular and mainland lowland rainforest in Panama. **Condor**, v. 85 p. 93-95. 1983. doi: 10.2307/1367897.

Ludwig, G.; Kierulff, M. C. M.; Ruiz-Miranda, C. R. (2008). (Organizadores) **Gênero *Leontopithecus* Lesson 1840**. In: REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; ANDRADE, F. R. (Organizadores). *Primatas Brasileiros*. Londrina: Technical Books, 259 p.

LYRA-NEVES, R.M.; OLIVEIRA, M.A.B., TELINO-JUNIOR, W.R. & SANTOS, E.M. Comportamentos interespecíficos entre *Callithrix jacchus* (Linnaeus) (Primates, Callitrichidae) e algumas aves de Mata Atlântica, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** v. 24 n.3 p. 709-716. 2007. doi: 10.1590/S0101-81752007000300022.

MACARTHUR, R.H. **Geographical ecology**. New York: Harper and Row. 1972.

MARCHINI, S.; FERRAZ, K. M.P.M.B. **Bichos da ESALQ: Quais são, como vivem e como lidar com os animais silvestres no campus**. Piracicaba: ESALQ. 2014.

MADDOCK, A. H.; M. J. SAMWAYS. Planning for biodiversity conservation based on the knowledge of biologists. **Biodiversity and Conservation**, v. 9 p.1153-1169. 2000. doi:10.1023/A:1008992602151.

MARTIN, T.E. Nest predation among vegetation layers and habitat types: revising the dogmas. **The American Naturalist** . v. 141 n.6 p. 897-913. 1993. doi: 10.1086/285515.

MATTHEWS, S. & BRAND, K. (Eds.). **América do Sul invadida: a crescente ameaça de espécies exóticas invasoras**. GISP, Programa Mundial sobre Espécies Invasoras. 2005.

MIRANDA, G. H. B. & FARIA, D. S. Ecological aspects of black-pinellated marmoset (*Callithrix penicillata*) in the cerrado and dense cerrado of the Brazilian central plateau. **Brazilian Journal of Biology**, v.61 n.3 p. 397-404. 2001. doi 10.1590/S1519-69842001000300008.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Biomass: Mata Atlântica**. 2015. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/biomass/mata-atlantica> > Acessado em 20 de setembro de 2015.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Unidades de Conservação**. 2015. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao/o-que-sao>. Acessado em 20 de setembro de 2015.

_____. Ministério do Meio Ambiente. **Áreas Prioritárias**. 2004. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/projetos-sobre-a-biodiversidade/projeto-de-conservacao-e-utilizacao-sustentavel-da-diversidade-biologica-brasileira-probio-i/a-prioritarias>> Acessado em 22 de setembro de 2015.

MOYLE P. B.; ELLSSWORTH, S. **Alien invaders**. In: Moyle P, Kelt D Essayso. *Wild Life Conservation*. 2004. Disponível em <<http://marinebio.org/Oceans/Conservation/Moyle>. > Acesso em 21 fev.2015.

NEGRÃO, M.F.F.; VALLADARES-PÁDUA, C. Registros de mamíferos de maior porte na Reserva Florestal do Morro Grande, São Paulo. **Biota Neotropica**, v. 6 n. 2 p. 1 -13. 2006

PAULA, H. M. G.; TÁVORA, R. S.; ALMEIDA, M. V.; PELEGRINI, L. S.; SILVA, G. V.; ZAGANINI, R. L. & LUCINDO, A. Estudos Preliminares da Presença de Sagüis no Município de Bauru, São Paulo, Brasil. **Neotropical Primates** v.13 n.3 p. 6-11. 2005. doi:10.1896/1413-4705.13.3.6.

PEARCE, J. & FERRIER, S. An evaluation of alternative algorithms for fitting species distribution models using logistic regression. **Ecological Modelling**, v. 128 p.127-147. 2000. doi:10.1016/S0304-3800(99)00227-6.

PEREIRA, D. G.; DE OLIVEIRA, M. E. A.; RUIZ-MIRANDA, C. R. Interações entre calitriquídeos exóticos e nativos no Parque Nacional da Serra dos Órgãos-RJ. **Revista Espaço e Geografia**, v. 11, n. 1, p 87-114. 2008.

PEREIRA, D. M. **Densidade, genética e saúde populacional como ferramentas para propor um plano de controle e erradicação de invasão biológica: o caso de Callithrix aurita (Primates) no Parque Nacional da Serra dos Órgãos.** 2010.161f.Tese (Doutorado em Meio Ambiente). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

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

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. . **Biologia da Conservação**. Londrina: Midiografica, 328 p. 2001.

PROCÓPIO, O. P.; RUIZ-MIRANDA, C. R.; GRAVITOL, A. D. **Conservação do Mico Leão Dourado: enfrentando os desafios de uma paisagem fragmentada.** Campos dos Goytacazes: Impressum, 200p. 2008.

REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; ANDRADE, F. R. (Organizadores). **Primatas Brasileiros**. Londrina: Technical Books, 259 p. 2008.

RIBEIRO, C.V.; PREZOTO, F. (2011). Caracterização das interações comportamentais entre saguis da espécie *Callithrix Penicillata* (E. Geoffroy, 1812) e humanos em áreas antrópicas. Juiz de Fora. XVII Seminário De Iniciação Científica da Ufjf,.

RICHARDSON, D. M.; PYŠEK, P. Plant invasions: merging the concepts of species invasiveness and community invasibility. **Progress in Physical Geography**, v. 30 p. 409–431. 2006. Disponível em <<http://www.wou.edu/~athompson06/Invasive%20Species/21076352.pdf>> Acesso em 10 jan. 2014.

_____, PYŠEK, P., REJMÁNEK, M., BARBOUR, M. G., PANETTA, F. D., & WEST, C. J. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. **Diversity and distributions**, v. 6 n.2 p. 93-107. 2000.

RICKLEFS, R.E. An Analysis Of Nesting Mortality In Birds. **Smithsonian Contributions To Zoology**, v. 9 p. 1- 48. 1969.

RUIZ-MIRANDA, C. R., AFFONSO, A. G., MORAIS, M. M., VERONA, C. E., MARTINS, A. E 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**, v. 49 n.1 p.99–109. 2006.

RYLANDS, A. B. **Marmosets and tamarins: systematic, behaviour, and ecology**. England: Oxford Science Publications, 396 p. 1993.

RYLANDS, A. B.; FONSECA, G. A. B.; MITTERMEIER, Y. L. R. (1996). Primates of the Atlantic forest: origin, distributions, endemism, and communities, *In*: M. A. Norconk; A. L. Rosenberger & P. A. Garber (Ed.) **Adaptive Radiations of Neotropical Primates**. New York, p. 21 -51. 1996.

RYLANDS, A. B., SCHENEIDER, H.; LANGGUTH, A.; MITTERMEIER, R. A., GROVES, C. P.; RODRIGUEZ, E. An assessment of the diversity of New World primates. *Neotropical primates* v. 8 n.2 p 61-93.

SABBATINI, G., STAMMATI, M., TAVARES, M.C.H., GIULIANI, M.V. E VISALBERGHI, E. Interactions between humans and capuchin monkeys (*Cebus libidinosus*) in the Parque Nacional de Brasília, Brazil. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 97 p. 272-283. 2006.

SAITO, C. H., BRASILEIRO, L., ALMEIDA, L. E., TAVARES, M. C. H. Conflitos entre macacos-prego e visitantes no parque nacional de Brasília: possíveis soluções. **Sociedade e Natureza** v. 22 p.515-524. 2010.

SAKAI, A.K., ALLENDORF, F.W., HOLT, J.S., LODGE, D.M., MOLOFSKY, J., WITH, K.A., BAUGHMAN, S., CABIN, R.J., COHEN, J.E., ELLSTRAND, N.C., MCCAULEY, D.E., O'NEIL, P., PARKER, I.M., THOMPSON, J.N., WELLER, S. G. The population biology of invasive species. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.32 p. 305– 332. 2001.

SANTOS, M. E. Notas sobre predação de anuros em uma poça temporária no nordeste do Brasil. **Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 25 p.77-82. 2009.

SILVA, I. O.; ALVARENGA, A. B. B. & BOERE, V. Occasional field observations of the predation on mice, dove and ants by black-tufted-ear marmosets (*Callithrix penicillata*). **Neotropical Primates** v. 15 n. 2 p. 59–62. 2008.

SOS Mata Atlântica. **Atlas dos remanescentes Florestais da Mata Atlântica 2013-2014**. Disponível em <https://www.sosma.org.br/projeto/atlas-da-mata-atlantica/dados-mais-recentes/> Acesso em 23 Set. 2015

STEHMANN, J.R.; FORZZA, R.; SALINO, A.; SOBRAL, M.; COSTA, D.P.; KAMINO, L.H.Y. **Plantas da Floresta Atlântica**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2009.

STEVENSON, M., F.; RYLANDS, A. B. The marmosets genus *Callithrix*. *In*: MITTERMEIER, A. *et al.* (Ed.) **Ecology and Behaviour of Neotropical Primates**, vol 2 Washington: WWF, p 131-222. 1998.

TANNUS, R.N. **Funcionalidade e sazonalidade sobre o cerrado e sobre o ecótono floresta-cerrado: uma investigação com dados micrometeorológico de energia e CO₂**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas). Universidade de São Paulo, São Paulo.112p. 2005.

TAMBOSI, L. R. & BARBOSA, E. G. Uso de modelos de nicho ecológico, gerados em escala local, para identificação de áreas suscetíveis à invasão de gramíneas africanas em uma reserva de cerrado do estado de São Paulo. In: XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2009, Natal. **Anais...Natal**,: do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 2009.

TRAAD, R. M.; LEITE, J. C. M.; WECKERLIN, P. & TRINDADE, S. Introdução das espécies *Callithrix penicillata* (Geoffroy, 1812) e *Callithrix jacchus* (Linnaeus, 1758) em ambientes urbanos (*primates: Callithrichidae*). **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 2 n.1. 2011.

VALE, C. A.; RIBEIRO, C.; PREZOTO, F. Interações Entre Saguis E Humanos Em Áreas Urbanas. In: XXXIV SEMANA DE BIOLOGIA, 2011, Juiz de Fora. **Anais... Juiz de Fora: XXXIV SEMANA DE BIOLOGIA**, 2011.

VALE, M. Temas em Ecologia Aplicada: Introdução a Geomática para a Ecologia. **Universidade Federal do Rio de Janeiro**. p 1-7. 2015.

VALÉRY, L., FRITZ, H., LEFEUVRE, J.C., SIMBERLOFF, D. In search of a real definition of the biological invasion phenomenon itself. **Biological Invasions**, v. 10 p. 1345–1351. 2008.

VERONA, C. E. S. **Parasitas em sagüi-de-tufo-branco (*Callithrix jacchus*) no Rio de Janeiro**. 2008. Tese. Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.98p. 2008.

VIANA, V. M. Conservação da biodiversidade de fragmentos de florestas tropicais em paisagens intensivamente cultivadas. *In: **Abordagens interdisciplinares para a conservação da biodiversidade e dinâmica do uso da terra no novo mundo***. Belo Horizonte/Gainesville: Conservation International do Brasil/Universidade Federal de Minas Gerais/ University of Florida, 1995. p. 135-154

_____. M.; VIRGÍLIO M., AND L. A. F. V. PINHEIRO. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série técnica IPEF** v.12 n.32 p. 25-42. 1998.

WALKER, B.; STEFFEN, W. An overview of the implications of global change for natural and managed terrestrial ecosystems. **Conservation Ecology** v. 1 p: 2. 1997.

WILCOVE, D. S. Nest predation in forest tracts and the decline of migratory songbirds. **Ecology**, v. 66 n.4 p. 1211-1214.1985.

WILLIAMSON, M. H.; FITTER, A. Os personagens de invasores de sucesso. **Conservation Biology** v. 78 n. 1 p: 163-170. 1996.

ANEXO I

Registros da espécie *Callithrix penicillata* tombada em Acervos de Coleções Zoológicas, disponíveis em bancos de dados e literatura.

	Procedência	Fonte
1	Linhares, ES	MEL-M099
2	Linhares, ES	MEL-M100
3	Maringá, PR	MZEUM s/ nº
4	Indianópolis, MG	MCN-N -177
5	Indianópolis, MG	MCN-N -174
6	Indianópolis, MG	MCN-N -178
7	Indianópolis, MG	MCN-N -175
8	Catas Altas, MG	MCN-N -3099
9	Salinas, MG	MCN-N -038
10	Rio Piracicaba, MG	MCN-N -2470
11	Santana do Riacho, MG	MCN-N -1952
12	Belo Horizonte, MG	UFMG-BDT - MM0000208
13	Catalão, Goiás	UFMG-BDT -
14	Catalão, Goiás	UFMG-BDT -
15	Davinópolis, GO	UFMG-BDT-
16	Davinópolis, GO	UFMG-BDT-
17	Lagoa Santa, MG	ZUEC-MAM 1840
18	Passos, MG	ZUEC-MAM 1601
19	Pirapora, MG	FNJV- 7893
20	Morro do Chapéu, Bahia	FNJV- 7894
21	Brasília, Distrito Federal	FNJV- 7910
22	Campinas, SP	FNJV -7911
23	Campinas, SP	FNJV- 7912
24	Recife, Pernambuco	FNJV- 7913
25	Recife, Pernambuco	FNJV -7914
26	Americana São Paulo	FNJV- 7915
27	Brasília, Distrito Federal	FNJV- 9011
28	Formosa, GO	FNJV- 12308
29	Formosa, GO	FNJV- 12307
30	Formosa, GO	FNJV- 12306
31	Vitória , ES	MBML- Mamíferos
32	Vitória , ES	MBML- Mamíferos -
33	Santa Terasa, ES	UFES-MAM -3291

34	Itapemirim, ES	UFES-MAM 3292
35	Araponga, MG	MZUFV -03032
36	Fervedouro, MG	MZUFV -687
37	Viçosa, MG	MZUFV -684
38	Nova Ponte, MG	MZUFV -488
39	Rio Novo, MG	MZUFV -487
40	Buenópolis, MG	MZUFV -383
41	Nova Ponte, MG	MZUFV -486
42	Nova Ponte, MG	MZUFV -484
43	Viçosa, MG	MZUFV -792
44	Praia Grande, ES	MZUFV -1096
45	Carangola, MG	MZUFV -455
46	Leopoldina, MG	MZUFV -485
47	Rio Preto, ES	MZUFV -1096
48	Uberlândia, MG	Revisão de Literatura
49	Uberlândia, MG	Revisão de Literatura
50	Muriaé, MG	Revisão de Literatura
51	Lavras, MG	Revisão de Literatura
52	Lavras, MG	Revisão de Literatura
53	Juiz de Fora, MG	Revisão de Literatura
54	Juiz de Fora, MG	Revisão de Literatura
55	Juiz de Fora, MG	Revisão de Literatura
56	Belo Horizonte , MG	Revisão de Literatura
57	Santa Rita do Ibitipoca, MG	Revisão de Literatura
58	Ouro Preto, MG	Revisão de Literatura
59	Belo Horizonte , MG	Revisão de Literatura
60	Belo Horizonte , MG	Revisão de Literatura
61	Belo Horizonte , MG	Revisão de Literatura
62	Viçosa, MG	Revisão de Literatura
63	Viçosa, MG	Revisão de Literatura
64	Viçosa, MG	Revisão de Literatura
65	Viçosa, MG	Revisão de Literatura
66	Viçosa, MG	Revisão de Literatura
67	Viçosa, MG	Revisão de Literatura
68	Viçosa, MG	Revisão de Literatura
69	Viçosa, MG	Revisão de Literatura
70	Augusto Lima, MG	Revisão de Literatura
71	Augusto Lima, MG	Revisão de Literatura
72	Guapimirim, RJ	Revisão de Literatura
73	Silva Jardim, RJ	Revisão de Literatura

74	Teresópolis, RJ	Revisão de Literatura
75	Parque Nacional do Itatiaia, RJ	Revisão de Literatura
76	Angra dos Reis, RJ	Revisão de Literatura
77	Rio Bonito, RJ	Revisão de Literatura
78	Araçoiada Serra, SP	Revisão de Literatura
79	Iperó, SP	Revisão de Literatura
80	São José do Rio Preto, SP	Revisão de Literatura
81	Jundiaí, SP	Revisão de Literatura
82	Bauru, SP	Revisão de Literatura
83	Divisa de São Paulo e Guarulhos, SP	Revisão de Literatura
84	Ribeirão Preto, SP	Revisão de Literatura
85	Ribeirão Preto, SP	Revisão de Literatura
86	Ubatuba, SP	Revisão de Literatura
87	Piracicaba, SP	Revisão de Literatura
88	Campinas, SP	Revisão de Literatura
89	Campinas, SP	Revisão de Literatura
90	Campinas, SP	Revisão de Literatura
91	Campinas, SP	Revisão de Literatura
92	Campinas, SP	Revisão de Literatura
93	Campinas, SP	Revisão de Literatura
94	Cotia, SP	Revisão de Literatura
95	Cotia, SP	Revisão de Literatura
96	Bauru, SP	Revisão de Literatura
97	São Paulo, SP	Revisão de Literatura
98	Ubatuba, SP	Revisão de Literatura
99	Florianópolis, SC	Revisão de Literatura
100	Florianópolis, SC	Revisão de Literatura
101	Florianópolis, SC	Revisão de Literatura
102	Cianorte, PR	Revisão de Literatura
103	Curitiba, PR	Revisão de Literatura
104	Paranaguá, PR	Revisão de Literatura
105	São José dos Pinhais, PR	Revisão de Literatura
106	Maringá, PR	Revisão de Literatura
107	Rio Bonito, RJ	Revisão de Literatura
108	Conceição de Alagoas, MG	Revisão de Literatura
109	Brasilândia, MG	Revisão de Literatura
110	Mangaratiba, RJ	Revisão de Literatura
111	Linhares, ES	Revisão de Literatura
112	Uberlândia, MG	Revisão de Literatura
113	Ananindeua, PA	Revisão de Literatura

114	Brasília, DF	Revisão de Literatura
115	Brasília, DF	Revisão de Literatura
116	Santa Teresa,ES	taxeus.com.br
117	Itapemirim	taxeus.com.br
118	Ilha Anchieta, SP	taxeus.com.br
119	São Sebastião, SP	taxeus.com.br
120	Divinolândia, SP	taxeus.com.br
121	Franca, SP	taxeus.com.br
122	Santa Helena de Goiás, GO	taxeus.com.br
123	Aruana, GO	taxeus.com.br
124	Mundo Novo de Goias, GO	taxeus.com.br
125	São Miguel do Araguaia, GO	taxeus.com.br
126	Novo Crixas, GO	taxeus.com.br
127	Capim Branco, MG	taxeus.com.br
128	São Paulo, SP	taxeus.com.br
129	Contagem, MG	taxeus.com.br
130	Lagoa Formosa, MG	taxeus.com.br
131	Joiville, MG	taxeus.com.br
132	Perdigão, MG	taxeus.com.br
133	Santo Antonio do Monte, MG	taxeus.com.br
134	Mairiporã, SP	taxeus.com.br
135	Nepomuceno, MG	taxeus.com.br
136	Paraopeba, MG	taxeus.com.br
137	Nova Lima, MG	taxeus.com.br
138	Belo Horizonte, MG	taxeus.com.br
139	Maricá	taxeus.com.br
140	Ribeirão Preto, SP	taxeus.com.br
141	Ituitaba	taxeus.com.br
142	Bambuí	taxeus.com.br
143	Conselheiro Lafaiete, MG	taxeus.com.br
144	Belo Horizonte, MG	taxeus.com.br
145	Itambé do Mato Dentro, MG	taxeus.com.br
146	Cotia,sp	taxeus.com.br
147	Iperó,sp	taxeus.com.br
148	Patrocínio Paulista,sp	taxeus.com.br
149	Guará,sp	taxeus.com.br
150	São joaquim da Barra,SP	taxeus.com.br
151	Ubatuba,SP	taxeus.com.br
152	Santana de Parnaíba,sp	taxeus.com.br

153	Caratinga, MG	taxeus.com.br
154	Estrela do Indaia, MG	taxeus.com.br
155	Itavera, MG	taxeus.com.br
156	Belo Horizonte, MG	taxeus.com.br
157	Santo Antônio,	taxeus.com.br
158	Belo Horizonte, MG	taxeus.com.br
159	Barretos, SP	taxeus.com.br
160	Divisa de São Joaquim da Barra, SP e Guará, SP	taxeus.com.br
161	Tapiratiba,SP	splink.cria.org.br
162	Pedregulho,SP	splink.cria.org.br
163	Ilha Anchieta	splink.cria.org.br
164	Luís Antônio, SP	splink.cria.org.br
165	Tapiratiba, SP	splink.cria.org.br
166	Pedregulho, SP	splink.cria.org.br
167	São Sebastião da Grama, SP	splink.cria.org.br
168	Divinolândia, SP	splink.cria.org.br
169	Itacarambi, MG	splink.cria.org.br
170	Brasília, DF	splink.cria.org.br
171	Brasília, DF	splink.cria.org.br
172	Lagoa Santa Rio das Velhas, MG	splink.cria.org.br
173	Lagoa Santa Rio das Velhas, MG	splink.cria.org.br
174	Rio Doce, MG	manisnet.org
178	São João do Glória, MG	manisnet.org
179	Januária, MG	manisnet.org
180	Leopoldina, MG	manisnet.org
181	Malhada, BA	manisnet.org
182	Castelo Novo, BA	manisnet.org
183	Araguari, MG	manisnet.org
184	Malhada, BA	manisnet.org
185	Ilhéus, BA	manisnet.org
186	Pontal, BA	manisnet.org
187	Água suja, MG	manisnet.org
188	Anapoliss, MG	manisnet.org
189	Barbacena,MG	manisnet.org
190	Lassance, MG	manisnet.org
191	Barro alto, GO	manisnet.org
192	San salvador, BA	manisnet.org
193	Lamarão, BA	manisnet.org
194	Santa Leopoldina, GO	manisnet.org

195	Sebastião Laranjeiras, BA	manisnet.org
196	Belmonte, BA	manisnet.org
197	Thomaz Gonzaga, MG	manisnet.org
198	Curral Velho, BA	manisnet.org
199	Itaberaba, BA	manisnet.org
200	Lençóis, BA	manisnet.org
201	Ilhéus, BA	manisnet.org
202	Ilhéus, BA	manisnet.org
203	Uberlândia	manisnet.org

MEL: Museu Elias Lorenzutti

MZUFV: Museu de Zoologia João Moojen, Universidade Federal de Viçosa

MCN: Coleção de Mastozoologia do Museu de Ciências Naturais PUC- MINAS

UFMG-BDT: Centro de coleções taxonômicas UFMG

ZUEC-MAM: Museu de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas

FNJV: Fonoteca Neotropical Jacques Vielliard e Museu de Zoologia Adão José Cardoso, Universidade Estadual de Campinas

MBML- Mamíferos: Museu de Biologia Professor Mello Leitão

UFES-MAM: Coleção de Mamíferos da Universidade federal do Espírito Santo