



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Daniel Gomes Pereira


***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, RJ, Brasil***

Rio de Janeiro

2010

Daniel Gomes Pereira

***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, RJ, Brasil***



Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Conservação do Meio Ambiente.

Orientadora : Prof.<sup>a</sup> Dra. Helena de Godoy Bergallo

Rio de Janeiro

2010

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CEH/A

P429

Pereira, Daniel Gomes

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, RJ, Brasil / Daniel Gomes Pereira. – 2010. 158f. :il.

Orientador : Helena de Godoy Bergallo

Tese (Doutorado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

1. Biodiversidade - Conservação - Parque Nacional da Serra dos Órgãos (RJ). 2. Proteção ambiental . 3. Plantas exóticas. I. Bergallo, Helena de Godoy. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. III. Título.

CDU 502.75(815.3)

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese.

---

Assinatura

---

Data

Daniel Gomes Pereira

***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, RJ, Brasil***

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Conservação do Meio Ambiente.

Aprovada em 30 de junho de 2010.

Banca Examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Helena de Godoy Bergallo (Orientadora)  
Instituto de Biologia da UERJ

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Nádia Regina Pereira Almosny  
Faculdade de Veterinária da UFF

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Denise Monnerat Nogueira  
Instituto de Biologia da UFRRJ

---

Prof. Dr. Alcides Pissinatti  
Centro de Primatologia do Rio de Janeiro do INEA

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Lena Geise  
Instituto de Biologia da UERJ

Rio de Janeiro

2010

## DEDICATÓRIA

A Deus Pai, Autor e Princípio da Vida, que enviou Seu Filho, Nosso Senhor Jesus Cristo, para me salvar, e que derrama continuamente Seu Espírito Santo para me iluminar e santificar.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha esposa, por suportar todas as minhas ausências, durante os trabalhos de campo, por me receber de volta todas as vezes, por me incentivar sempre a estudar e por me ajudar, com todo o amor e carinho, a dirigir nossa família.

Aos meus pais, por terem me ajudado e incentivado meus estudos durante todos esses anos para que eu pudesse chegar até aqui, e vá ainda mais longe.

À minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Helena de Godoy Bergallo, por ter acreditado no meu trabalho e por toda a orientação, especialmente nesses momentos finais da redação da tese.

Às minhas co-orientadoras, Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Nádia Regina Pereira Almosny e Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Denise Monnerat Nogueira, pelo apoio e colaboração desde o início do doutorado, e por contribuições preciosas para a realização desse trabalho.

Ao Prof. Dr. Alcides Pissinatti, por todo o aprendizado que tive no campo da Primatologia, pela ajuda durante todo o doutorado e pela sua disponibilidade na participação desta banca, contribuindo para a melhoria deste trabalho.

Aos colegas Silvia, Juliana e Natan, pela colaboração no campo e aos colegas Silvia, Wellington e Augusto, pela colaboração na realização dos exames hematológicos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente (PPGMA / UERJ), e a todos os professores e colegas com quem tive a oportunidade de aprender e conviver.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa oferecida durante o doutorado.

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), pelo privilégio e oportunidade de realizar meu trabalho em uma das Unidades de Conservação mais importantes do país.

Ao Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO), representado pelo seu Chefe, Ernesto Barros Viveiros de Castro, e pela sua Coordenadora de Manejo e Conservação da Biodiversidade, Cecília Cronemberger de Faria, pelo apoio oferecido durante todo o tempo de execução do trabalho.

Ao Laboratório de Patologia Clínica Veterinária, da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense (FV/UFF), na pessoa da Prof.<sup>a</sup> D<sup>ra</sup>. Nádia Regina Pereira Almosny, pela realização dos exames hematológicos.

Ao Laboratório de Diagnósticos por DNA (LDD), do Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes / Universidade do Estado do Rio de Janeiro (IBRAG/UERJ), na pessoa do Prof. Dr. Elizeu Fagundes de Carvalho, pela realização das análises genéticas.

Ao Centro de Primatologia do Rio de Janeiro (CPRJ), do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), por disponibilizar material científico. Ao Ministério Público Federal e Estadual, ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) (Proc. E-26/171.271/2006), à Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), ao Greater Los Angeles Zoo Association (GLAZA), The Zoological Society of Philadelphia, American Society of Primatologist (ASP) e à Conservation International (CI), pela constante cooperação no programa de reprodução de primatas do neotrópico e conservação da biodiversidade brasileira.

A todos que, de maneira direta ou indireta, ajudaram (ou atrapalharam) o desenvolvimento do trabalho, contribuindo para que eu concluísse mais essa etapa da minha formação profissional.

## **RESUMO**

PEREIRA, Daniel Gomes. *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, RJ, Brasil*. 2010. 158f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

A introdução de espécies em locais fora de sua distribuição natural é uma preocupação importante na conservação da biodiversidade. A espécie *Callithrix aurita* é endêmica das regiões de floresta de altitude da Mata Atlântica do Sudeste do Brasil. Os critérios mais relevantes que a enquadram como espécie ameaçada de extinção são: destruição do habitat, incapacidade de adaptação a florestas secundárias degradadas, declínio populacional, distribuição restrita e introdução de espécies exóticas invasoras. Estes critérios, aliados à evidente raridade, explicam a sua inclusão na Lista Oficial de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção. Os objetivos do trabalho são: estimar o tamanho populacional de *C. aurita*, *C. penicillata* e seus híbridos no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, avaliar a hibridação entre as espécies por caracteres morfológicos e laboratoriais, verificar o estado de saúde e confirmar a participação de *C. aurita* na paternidade dos animais capturados, propor um plano de erradicação e de controle de invasão de *C. penicillata* no Parque. Os tamanhos populacionais das duas espécies de primatas foram estimados através do método “Distance Sampling”. Um total de sete sagüis foi capturado com armadilhas de captura viva para a contenção física e química e posterior realização dos procedimentos. Para o hemograma, as dosagens bioquímicas e as análises genéticas, o sangue foi recolhido em um tubo de ensaio contendo anticoagulante e mantido em temperatura de refrigeração até o momento da manipulação / processamento das amostras. *Callithrix aurita* parece estar bem preservada apenas na área do Parque correspondente ao trecho situado no município de Petrópolis. As análises citogenéticas e moleculares dos híbridos são uma ferramenta útil para confirmar se há ou não hibridação, identificando as espécies envolvidas e verificando se há tendência nos retrocruzamentos. Pode-se sugerir que existe uma tendência à diferenciação das espécies e identificação de indivíduos híbridos pelo padrão hematológico e bioquímico, a ser confirmada com uma amostragem maior de animais da espécie *C. aurita*, preferencialmente da mesma localidade e nas mesmas condições. No caso de *C. aurita*, as principais recomendações para sua conservação incluem pesquisas para o registro de outras populações em áreas de distribuição livres de invasão, para que se possa avaliar as chances de recuperação populacional e sobrevivência da espécie. A criação de novas Unidades de Conservação deve ser estimulada, assim como estudos mais aprofundados sobre a espécie nos locais já conhecidos de ocorrência, além de um programa seguro de criação em cativeiro.

Palavras-chave: Espécies exóticas invasoras. *Callithrix penicillata*. Conservação.

**ABSTRACT**



The introduction of species in places outside their natural distribution is an important concern in biodiversity conservation. *Callithrix aurita* is endemic in regions of high-altitude forests of the Atlantic forest of southeastern Brazil. The most relevant criteria of fitting as endangered species are: habitat destruction, inability to adapt to degraded secondary forests, population decline, restricted distribution and introduction of invasive alien species. These criteria, coupled with the apparent rarity, explain its inclusion on the Official List of Species of Brazilian Fauna Threatened with Extinction. The objectives are: to estimate the population size of *C. aurita*, *C. penicillata* and their hybrids in the Serra dos Órgãos National Park, assess hybridization between species by morphology and laboratory check the health status and confirm the involvement of *C. aurita* in the fatherhood of trapped animals, propose a plan for eradication and control of invasion of *C. penicillata* in the Park. The population sizes of the two primate species were estimated by the method "Distance Sampling". A total of seven marmosets were captured with live traps set for the chemical and physical restraint and subsequent completion of the procedures. For the haemogram, the biochemical and genetic analysis, blood was collected in a test tube containing anticoagulant and kept at refrigerator temperature until the moment of handling / processing of samples. *Callithrix aurita* appears to be well preserved only in the park area corresponding to the portion located in the city of Petrópolis. The cytogenetic and molecular analysis of hybrids are a useful tool to confirm whether or not hybridization, identifying the species involved and seeing if there is a tendency in the backcrosses. One may suggest that there is a tendency for species differentiation and identification of hybrid individuals by standard hematological and biochemical, to be confirmed with a larger sample of the species *C. aurita*, preferably from the same locality and under the same conditions. In the case of *C. aurita*, the main recommendations for its conservation research to include the registration of other populations in areas of distribution free of intrusion, so you can evaluate the chances of population recovery and species survival. The creation of new protected areas should be encouraged, as well as more detailed studies on the species already known sites of occurrence, and a safe program of captive breeding.

Keywords: Invasive alien species. *Callithrix penicillata*. Conservation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	<i>Callithrix aurita</i> adulto observado no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO), Petrópolis, RJ. Foto de Daniel Pereira, 2009.....	29
Figura 2 –	Ilustração das espécies de sagüis da região oriental brasileira com seus respectivos mapas de distribuição geográfica (Retirado de Mittermeier <i>et al.</i> , 2007).....	30
Figura 3 –	<i>Callithrix jacchus</i> adulto observado em área residencial, Itaipu, Niterói, RJ. Foto de Daniel Pereira, 2009.....	35
Figura 4 –	<i>Callithrix penicillata</i> adulto observado no PARNASO, Teresópolis, RJ. Foto de Daniel Pereira, 2005.....	36
Figura 5 –	Grupo de <i>Leontopithecus rosalia</i> competindo por alimento em plataforma suspensa com grupo de <i>Callithrix</i> sp, Silva Jardim, RJ. Foto de Daniel Pereira, 2008.....	38
Figura 6 –	Mapa do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ (área verde escura corresponde à recente ampliação). Fonte: <a href="http://www.icmbio.gov.br/parnaso">www.icmbio.gov.br/parnaso</a> .....	41
Figura 7 –	Grupo de <i>Callithrix aurita</i> observado no PARNASO, Petrópolis, RJ. Foto de Daniel Pereira, 2009.....	52
Figura 8 –	Grupo de <i>Callithrix aurita</i> observado no PARNASO, Petrópolis, RJ. Foto de Daniel Pereira, 2008.....	52
Figura 9 –	Tentativa de captura de grupo de <i>Callithrix aurita</i> observado no PARNASO, Petrópolis, RJ. Foto de Daniel Pereira, 2009.....	53
Figura 10 –	Grupo de híbridos de <i>Callithrix</i> observado no PARNASO,	

	Teresópolis, RJ. Foto de Daniel Pereira, 2008.....	54
Figura 11 –	Gráfico de probabilidade de detecção de <i>Callithrix aurita</i> no PARNASO, Petrópolis, RJ.....	55
Figura 12 –	Gráfico de probabilidade de detecção de híbridos de <i>Callithrix</i> no PARNASO, Teresópolis, RJ.....	55
Figura 13 –	Comparação do padrão de bandas G das cinco espécies de <i>Callithrix</i> (CGE, <i>Callithrix geoffroyi</i> ; CAU, <i>C. aurita</i> ; CPE, <i>C. penicillata</i> ; CKU, <i>C. kuhlii</i> ; CJA, <i>C. jacchus</i> ). Cada par de cromossomos está representado por um dos homólogos. (Retirado de Nagamashi <i>et al.</i> , 1997).....	65
Figura 14 –	Híbrido de <i>Callithrix</i> capturado no PARNASO, Teresópolis, RJ. Foto de Daniel Pereira, 2008.....	68
Figura 15 –	Grupo anestesiado de híbridos de <i>Callithrix</i> capturados no PARNASO e levados para o CPRJ / INEA. Foto de Daniel Pereira, 2009.....	68
Figura 16 –	Padrão de pelagem (dorso) de <i>Callithrix aurita</i> (indivíduos taxidermizados do CPRJ / INEA). Foto de Daniel Pereira, 2008.....	69
Figura 17 –	Padrão de pelagem (ventre) de <i>Callithrix aurita</i> (indivíduos taxidermizados do CPRJ / INEA). Foto de Daniel Pereira, 2008.....	69
Figura 18 –	Cariótipo do macho híbrido de <i>Callithrix</i> Da1, evidenciando a morfologia do cromossomo Y. Foto de Denise Nogueira, 2010.....	75
Figura 19 –	Cariótipo do macho híbrido de <i>Callithrix</i> Da2, evidenciando a morfologia do cromossomo Y. Foto de Denise Nogueira, 2010.....	76

Figura 20 – Cariótipo do macho híbrido de <i>Callithrix</i> Da3, evidenciando a morfologia do cromossomo Y. Foto de Denise Nogueira, 2010.....	77
Figura 21 – Alinhamento das sequências dos fragmentos de, aproximadamente, 200 pares de base (pb) do gene SRY, pelo método Clustal V. Foi evidenciada a deleção de 9 pares de base entre os nucleotídeos 117 e 125, nos indivíduos identificados com os números 11, 12, 08 e 10, respectivamente, os três machos híbridos (Da1, Da2 e Da3) e o macho puro <i>Callithrix aurita</i> .....	78
Figura 22 – Colheita de sangue de híbridos de <i>Callithrix</i> anestesiados no CPRJ / INEA. Foto de Daniel Pereira, 2009.....	87
Figura 23 – Linfócito de híbridos de <i>Callithrix</i> . Foto de Daniel Pereira, 2010.....	92
Figura 24 – Neutrófilo de híbridos de <i>Callithrix</i> . Foto de Daniel Pereira, 2010...	92
Figura 25 – Hemácias de <i>Callithrix aurita</i> – observar policromasia (eritrócitos jovens). Foto de Daniel Pereira, 2010.....	96
Figura 26 – Neutrófilo de <i>Callithrix aurita</i> . Foto de Daniel Pereira, 2010.....	97
Figura 27 – Comparação da hematimetria entre <i>Callithrix aurita</i> de cativo e híbridos de <i>Callithrix</i> de vida livre encontrada no presente estudo.	98
Figura 28 – Comparação da hemoglobimetria entre <i>Callithrix aurita</i> de cativo e híbridos de <i>Callithrix</i> de vida livre encontrada no presente estudo.....	98
Figura 29 – Comparação do hematócrito entre <i>Callithrix aurita</i> de cativo e híbridos de <i>Callithrix</i> de vida livre encontrada no presente estudo.	99

Figura 30 –	Comparação do HGM entre <i>Callithrix aurita</i> de cativeiro e híbridos de <i>Callithrix</i> de vida livre encontrada no presente estudo.....	99
Figura 31 –	Comparação da plaquetometria entre <i>Callithrix aurita</i> de cativeiro e híbridos de <i>Callithrix</i> de vida livre encontrada no presente estudo.....	100
Figura 32 –	Comparação da uréia entre <i>Callithrix aurita</i> de cativeiro e híbridos de <i>Callithrix</i> de vida livre encontrada no presente estudo.....	100
Figura 33 –	Comparação da creatinina entre <i>Callithrix aurita</i> de cativeiro e híbridos de <i>Callithrix</i> de vida livre encontrada no presente estudo.....	101
Figura 34 –	Comparação da proteína total entre <i>Callithrix aurita</i> de cativeiro e híbridos de <i>Callithrix</i> de vida livre encontrada no presente estudo.....	101
Figura 35 –	Comparação da albumina entre <i>Callithrix aurita</i> de cativeiro e híbridos de <i>Callithrix</i> de vida livre encontrada no presente estudo.....	102
Figura 36 –	Comparação da globulina entre <i>Callithrix aurita</i> de cativeiro e híbridos de <i>Callithrix</i> de vida livre encontrada no presente estudo.	102
Figura 37 –	Comparação da GGT entre <i>Callithrix aurita</i> de cativeiro e híbridos de <i>Callithrix</i> de vida livre encontrada no presente estudo.....	103
Figura 38 –	Comparação da amilase entre <i>Callithrix aurita</i> de cativeiro e híbridos de <i>Callithrix</i> de vida livre encontrada no presente estudo.....	103
Figura 39 –	Híbrido de <i>Callithrix</i> adulto observado no PARNASO, Teresópolis,	

	RJ. Foto de Daniel Pereira, 2005.....	114
Figura 40 –	Híbrido de <i>Callithrix</i> jovem observado no PARNASO, Teresópolis, RJ. Foto de Daniel Pereira, 2007.....	115
Figura 41 –	Híbrido de <i>Callithrix</i> jovem observado no PARNASO, Teresópolis, RJ, com pelagem mais próxima a de <i>C. aurita</i> . Foto de Daniel Pereira, 2007.....	115
Figura 42 –	Híbridos de <i>Callithrix</i> adultos observados no PARNASO, Teresópolis, RJ. Foto de Daniel Pereira, 2008.....	116
Figura 43 –	Híbrido de <i>Callithrix</i> adulto observado no PARNASO, Teresópolis, RJ. Foto de Daniel Pereira, 2008.....	117
Figura 44 –	Grupo anestesiado formado por híbridos de <i>Callithrix</i> , capturado no PARNASO, Teresópolis, RJ, e em cativeiro no CPRJ / INEA. Foto de Daniel Pereira, 2009.....	117
Figura 45 –	Indivíduos anestesiados do grupo híbrido de <i>Callithrix</i> comparados com indivíduo <i>C. aurita</i> (4º da esquerda para a direita) anestesiado no CPRJ / INEA. Foto de Daniel Pereira, 2009.....	118
Figura 46 –	Indivíduos anestesiados do grupo híbrido de <i>Callithrix</i> comparados com indivíduo <i>C. aurita</i> (1º da esquerda para a direita) anestesiado no CPRJ / INEA. Foto de Daniel Pereira, 2009.....	118
Figura 47 –	Filhotes (irmãos) anestesiados do grupo híbrido de <i>Callithrix</i> no CPRJ / INEA – notar a variação fenotípica. Foto de Daniel Pereira,	

2009..... 119

Figura 48 – Folder de esclarecimento sobre o tráfico de animais e o problema das espécies exóticas invasoras (AMLD / UENF / IBAMA)..... 121

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Relação dos encontros visuais registrados durante o estudo.....	51
Tabela 2 –	Registro dos pontos de observação com auxílio de GPS.....	51
Tabela 3 –	Modelos estatísticos com respectivo valor de AIC.....	56
Tabela 4 –	Parâmetros biométricos e fisiológicos dos híbridos de <i>Callithrix</i> do presente estudo em comparação com outros trabalhos.....	89
Tabela 5 –	Valores hematológicos encontrados para os híbridos de <i>Callithrix</i> do presente estudo.....	90
Tabela 6 –	Valores hematológicos consultados na literatura e utilizados para comparação com híbridos de <i>Callithrix</i> e <i>C. aurita</i> do presente estudo.....	91
Tabela 7 –	Valores bioquímicos encontrados para os híbridos de <i>Callithrix</i> do presente estudo.....	93
Tabela 8 –	Valores bioquímicos utilizados para comparação com híbridos de <i>Callithrix</i> e <i>C. aurita</i> do presente estudo.....	94
Tabela 9 –	Valores hematológicos encontrados para os <i>C. aurita</i> do CPRJ.....	95
Tabela 10 –	Valores bioquímicos encontrados para os <i>C. aurita</i> do CPRJ.....	95



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIC	Critério de Informação de Akaike
ALT	Alanina-amino-transferase
AMLD	Associação Mico-Leão-Dourado
ANOVA	Análise de variância
AST	Aspartato-amino-transferase
CDB	Convenção sobre a Diversidade Biológica
CHGM	Concentração de hemoglobina globular média
CK	Creatinoquinase
CPB	Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Primatas Brasileiros
CPRJ	Centro de Primatologia do Rio de Janeiro
EDTA	Ácido etilenodiaminotetracético
EEI	Espécie exótica invasora
fL	Fentilitro
g/dL	Grama por decilitro
GGT	Gama-glutamil-transferase
GPS	Global Positioning System

HDL	Lactato-desidrogenase
HGM	Hemoglobina globular média
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
IPHAN	Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
LDD	Laboratório de Diagnóstico por DNA
mg/dL	Miligrama por decilitro
mmol/L	Milimol por litro
PARNASO	Parque Nacional da Serra dos Órgãos
PCR	Reação em Cadeia da Polimerase
pg	Picograma
RAPD	Random Amplified Polymorphic DNA
RFLP	Restriction Fragment Length Polymorphims
SISBIO	Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade
SPP\$	Espécies

SRY	Região determinante do sexo masculino
UENF	Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UFF	Universidade Federal Fluminense
U/L	Unidades Internacionais por litro
VGM	Volume globular médio

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	20
1	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	20
1.1	<b>Invasões biológicas e conservação da biodiversidade</b> .....	20
1.2	<b>A Ordem Primates</b> .....	25
1.3	<b>A espécie <i>Callithrix aurita</i> (Geoffroy in Humboldt, 1812), o sagui-da-serra-escuro</b> .....	27
1.3.1	<u>Distribuição geográfica</u> .....	27
1.3.2	<u>Aspectos biológicos e ecológicos</u> .....	29
1.3.3	<u>Considerações taxonômicas</u> .....	32
1.3.4	<u>Principais ameaças</u> .....	33
1.4	<b>Primatas exóticos invasores</b> .....	34
2	<b>OBJETIVOS</b> .....	39
3	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	39
3.1	<b>Área de estudo</b> .....	39
3.2	<b>Coleta de dados</b> .....	44
3.2.1	<u>Estimativa populacional</u> .....	44
3.2.2	<u>Colheita de material biológico, mensuração de parâmetros fisiológicos e dados biométricos</u> .....	45
4	<b>DENSIDADE POPULACIONAL DE <i>Callithrix aurita</i>, <i>C. penicillata</i> E SEUS HÍBRIDOS NO PARQUE NACIONAL DA SERRA DOS ÓRGÃOS</b> .....	47
4.1	<b>Introdução</b> .....	47
4.2	<b>Material e métodos</b> .....	48
4.3	<b>Resultados e discussão</b> .....	50
5	<b>ANÁLISE CITOGENÉTICA E MOLECULAR EM HÍBRIDOS DE <i>Callithrix</i> NO PARQUE NACIONAL DA SERRA DOS ÓRGÃOS</b> .....	58
5.1	<b>Introdução</b> .....	58
5.1.1	<u>Análise genética e sua importância para a conservação</u> .....	58
5.1.2	<u>Análise citogenética</u> .....	60
5.1.3	<u>Análise molecular (marcadores moleculares)</u> .....	60

5.1.4	<u>O gênero <i>Callithrix</i></u> .....	63
5.2	<b>Material e métodos</b> .....	67
5.2.1	<u>Animais estudados</u> .....	67
5.2.2	<u>Colheita de amostras</u> .....	70
5.2.3	<u>Análise citogenética</u> .....	70
5.2.4	<u>Análise molecular</u> .....	71
5.3	<b>Resultados e discussão</b> .....	74
6	<b>DIAGNÓSTICO DE SAÚDE POPULACIONAL DE <i>Callithrix aurita</i> E SEUS HÍBRIDOS NO PARQUE NACIONAL DA SERRA DOS ÓRGÃOS</b> .....	82
6.1	<b>Introdução</b> .....	82
6.1.1	<u>Importância dos exames laboratoriais</u> .....	82
6.1.2	<u>Exames hematológicos e bioquímicos em primatas neotropicais</u> .....	83
6.2	<b>Material e métodos</b> .....	86
6.3	<b>Resultados e discussão</b> .....	88
7	<b>PLANO DE ERRADICAÇÃO E CONTROLE DE INVASÃO DE <i>Callithrix penicillata</i> E SEUS HÍBRIDOS NO PARQUE NACIONAL DA SERRA DOS ÓRGÃOS</b> .....	105
7.1	<b>Considerações sobre o problema da invasão biológica</b> .....	105
7.2	<b>A invasão sofrida por <i>Callithrix aurita</i> no Parque Nacional da Serra dos Órgãos</b> .....	111
7.3	<b>Recomendações</b> .....	119
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	123
	<b>ANEXO - Eletroferogramas dos híbridos de <i>Callithrix</i> e de <i>C. jacchus</i>, <i>C. aurita</i> e <i>C. penicillata</i></b> .....	147

## **INTRODUÇÃO:**

### **1- REVISÃO DE LITERATURA:**

#### **1.1- Invasões biológicas e conservação da biodiversidade:**

A Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB), a qual o Brasil é signatário, estabelece que se deve impedir a introdução, bem como controlar ou erradicar espécies exóticas invasoras que ameacem os ecossistemas, habitats ou espécies (MMA, 2000; CDB, 2009). Por *espécie exótica invasora* (EEI) se entende a espécie ou subespécie que, uma vez introduzida a partir de outros ambientes, se estabelece em um novo ecossistema ou habitat fora de sua distribuição natural, tornando-se um agente de mudança que ameaça, em algum grau, a biodiversidade nativa (UICN, 2000; Ziller, 2002, Matthews & Brand, 2005). Esta definição abrange qualquer espécie com origem em outro ambiente ou região, que ocupe espaços fora de seu ambiente natural, independente de divisas políticas de estados ou países (Magnusson, 2006; Ziller, 2006; Focht, 2008); ou seja, espécies nacionais de um dado ambiente podem ser exóticas em outros, ainda que dentro das mesmas fronteiras políticas (Ziller, 2006) e essa movimentação pode necessitar de mais atenção do que a movimentação que ocorre entre fronteiras internacionais (Focht, 2008).

O livro *Invasões Biológicas de Animais e Plantas*, publicado em 1958 por Charles Elton, é considerado por muitos autores um marco para o estudo sistemático das invasões biológicas (Ziller, 2006; Focht, 2008; Petenon & Pivello, 2008; Richardson & Pysek, 2008). Desde então, uma grande quantidade de estudos têm sido publicada, propondo teorias para explicar os motivos do sucesso ou fracasso dessas espécies em seu novo ambiente, ou deste em resistir ao estabelecimento daquelas (Focht, 2008). No Brasil, essa ciência emergiu com amplitude a partir de 2003, graças à presença e ao reconhecimento de danos à atividade humana (principalmente econômicos e à saúde pública) por algumas poucas espécies, como o mexilhão-dourado *Limnoperma fortunei* e o caramujo-gigante-africano *Achatina fulica* (Ziller, 2006).

Nos tempos atuais, qual a importância do estudo de espécies que são introduzidas em um ecossistema diferente da sua origem? Estes ecossistemas são suficientemente flexíveis e capazes de suportar essas mudanças (por exemplo, na composição das espécies)? Ou essas introduções (ou invasões) podem causar grandes impactos, até mesmo danos permanentes? Algo único poderá se perder para sempre (Lowe *et al.*, 2004)?

Ecologicamente, a entrada de uma nova espécie em um ambiente poderia ser considerada, a princípio, um aspecto positivo por representar um incremento à biodiversidade local. Entretanto, as espécies exóticas invasoras caracterizam-se exatamente pela relação negativa e conseqüente impacto sobre componentes do ambiente invadido, assim como sobre recursos e bens humanos ou sobre a saúde humana (Davis & Thompson, 2000; Nuñez & Quintero, 2002). Percebe-se então que este não é só um problema ambiental, mas também econômico, de saúde pública e de segurança alimentar.

A distribuição geográfica de muitas espécies é limitada por barreiras climáticas e ambientais à sua dispersão. Como resultado de tal isolamento, os padrões de evolução têm ocorrido de modo diverso, em cada uma das principais regiões do mundo. O homem, ao ampliar seu deslocamento, alterou rapidamente este padrão, intensificando a diminuição do isolamento geográfico natural e promovendo a quebra de algumas barreiras naturais desde os tempos pré-industriais. Por consequência, intensificou-se o transporte deliberado ou acidental de um grande número de espécies animais e vegetais, favorecendo a introdução e, posteriormente, a invasão de espécies exóticas (Primack & Rodrigues, 2001; Reaser *et al.*, 2005).

As primeiras introduções de animais vertebrados ocorreram como resultado da domesticação de animais e subseqüentes movimentos do homem primitivo. A descoberta do restante do mundo e o desenvolvimento das viagens e do comércio ao redor do globo levaram a uma grande onda de introduções (muitas feitas de maneira deliberada) nos últimos séculos, por diversas razões: fonte de alimento, práticas desportivas, controle biológico (Delariva & Agostinho, 1999; Focht, 2008). Dentre as 100 espécies exóticas invasoras consideradas mais nocivas ao ambiente, mais da metade (56) é de animais, sendo 30 de vertebrados (Lowe *et al.*, 2004). Os critérios utilizados para a composição dessa lista incluíram a severidade do impacto da EEI sobre a biodiversidade e/ou as atividades humanas e a seleção de espécies que constituíam temas importantes relativos às bioinvasões. Deve-se ressaltar que foi escolhida uma espécie de cada gênero, para garantir a inclusão de uma grande

variedade de exemplos, o que significa que a ausência de determinadas espécies não está relacionada com um grau menor de ameaça (Lowe *et al.*, 2004).

A introdução de espécies animais fora da sua distribuição geográfica natural e as conseqüências da permanência destas espécies exóticas no novo ambiente são cada vez mais estudadas, no sentido de avaliar os potenciais impactos decorrentes dessa prática (Mendes, 1997a; Melo, 1999; Bergallo *et al.*, 2000; MMA, 2000; Morsello, 2001; Primack & Rodrigues, 2001; Aguirre *et al.*, 2002; Cavalcanti, 2003; Ricklefs, 2003; Reaser *et al.*, 2005; Pereira, 2006; Anjos & Rocha, 2008; Helmann *et al.*, 2008; Pereira *et al.*, 2008).

A introdução de espécies em locais fora de sua distribuição natural é uma preocupação importante na conservação da biodiversidade. Entre as espécies da flora e da fauna que apresentam risco de extinção, aproximadamente 18% são ameaçadas por espécies invasoras (Morsello, 2001; Pough *et al.*, 2003), se constituindo na segunda maior causa de perda de biodiversidade em todo o mundo (Pough *et al.*, 2003; Matthews & Brand, 2005). Uma classe especial de espécies exóticas é formada por aquelas que possuem parentes próximos na biota nativa invadida. Quando há cruzamento entre essas espécies, genótipos únicos podem ser eliminados das populações locais; limites taxonômicos, que eram outrora claros, podem se confundir; e a formação de indivíduos híbridos pode ocasionar a supressão de endemismos (Primack & Rodrigues, 2001; Moura-Britto & Patrocínio, 2006; Fox, 2008; Petenon & Pivello, 2008).

Por conta dessa ameaça real, muitas ações de conservação da biodiversidade, particularmente no âmbito das invasões biológicas, precisam ser realizadas com urgência e muitas vezes com informação escassa. As ações de conservação da biodiversidade não podem esperar até que se tenha o conhecimento completo dos fatores que operam em cada situação, nem de suas relações precisas (Zalba, 2005; Zalba & Ziller, 2007).

Este fato se choca com a formação científica tradicional que impulsiona os profissionais das ciências naturais e gestores de áreas protegidas a procurar mais e mais informação antes que possam se sentir suficientemente confortáveis para tomar decisões. Ainda que possa ser arriscado adotar medidas de manejo sem que haja informação precisa, não é realista pensar que estudos científicos genéricos possam contribuir decisivamente para melhorar a tomada de decisões, ou que levantamentos qualitativos como listas de espécies ou mapas de solos sejam passos prévios indispensáveis para se tomar qualquer decisão (Zalba, 2005; Zalba & Ziller, 2007). As etapas da pesquisa não precisam terminar antes do planejamento e da implementação do programa de conservação, ainda que sejam importantes para sua avaliação e, em alguns casos, seu redirecionamento (Valladares-Padua *et al.*, 2003). No cenário atual de degradação ambiental, as decisões geralmente precisam ser tomadas em caráter de urgência. Abster-se de executar uma ação de manejo é uma decisão cujas conseqüências podem ser tão ou mais graves do que fazer algo de forma equivocada (Zalba, 2005; Zalba & Ziller, 2007).

A Convenção de Diversidade Biológica recomenda enfrentar o problema de espécies exóticas invasoras com base no princípio da precaução: a falta de certeza científica não deve ser usada como justificativa para prorrogar ou deixar de implementar ações de erradicação, contenção ou controle. De forma análoga, a ação rápida para prevenir a introdução, o estabelecimento ou a expansão de uma espécie



exótica invasora potencial é recomendada ainda que haja incerteza sobre seus impactos no longo prazo (UICN, 2000).

Com base no princípio da precaução, as decisões de manejo devem ser realizadas antes mesmo da absoluta certeza científica se tal situação configuraria uma ameaça real ao ambiente, bastando a plausibilidade, fundada nos conhecimentos científicos disponíveis na época. O princípio da precaução traz, portanto, uma exigência de cálculo precoce dos potenciais perigos para a saúde ou para a atividade de cada um, quando o essencial ainda não surgiu (Dallari & Ventura, 2002; Hammerschmidt, 2002; Cezar & Abrantes, 2003; Godard, 2004; Amoy, 2006).

O princípio da precaução não inclui uma obrigação de resultado, tampouco uma exigência de redobramento de precauções, mas pede o empenho precoce de diferentes procedimentos de cálculo dos riscos potenciais, principalmente no que diz respeito à pesquisa científica e à avaliação dos riscos (Dallari & Ventura, 2002; Hammerschmidt, 2002; Cezar & Abrantes, 2003; Godard, 2004; Amoy, 2006).

O princípio da precaução oferece a base para uma política de manejo que prefere “prevenir a curar”, estratégia que definitivamente é a mais apropriada para enfrentar um problema de conseqüências tão sérias e manejo por vezes tão difícil ou complexo. No entanto, este princípio não é, sem dúvida, suficiente para resolver todas as limitações relacionadas ao controle de espécies invasoras (Zalba & Ziller, 2007). Não há como garantir o impedimento último de todo e qualquer dano por esse princípio, apenas contribuir para o estabelecimento de um alto nível de proteção (Dallari & Ventura, 2002; Hammerschmidt, 2002; Cezar & Abrantes, 2003; Godard, 2004; Amoy, 2006). O número de espécies invasoras que consegue se estabelecer e avançar sobre ecossistemas naturais ou seminaturais numa dada área, com frequência, excede a capacidade real de manejo, sendo impossível agir sobre todas as espécies ao mesmo tempo. Por outro lado, pode ser que uma parte dessas espécies não represente ameaças significativas, ao menos no primeiro momento. Faz-se necessário então estabelecer prioridades em virtude de critérios de impacto atual ou potencial e da maior ou menor viabilidade de controle (Zalba & Ziller, 2007). Em outros casos, os efeitos de espécies exóticas invasoras sobre o ambiente são mais difíceis de definir, entre outras coisas porque a presença dessas espécies coincide em tempo e lugar com outros agentes de transformação ambiental, como o avanço da fronteira agropecuária, a expansão de ambientes urbanos e a fragmentação de ecossistemas naturais (Zalba & Ziller, 2007).

Como saber, então, se a EEI é responsável por uma determinada alteração ambiental ou pela retração de uma ou de um grupo de espécies nativas? Conforme

mencionado anteriormente, não se pode esperar por provas concretas do impacto para somente então iniciar as ações de controle, pois essa demora pode fazer com que seja tarde demais para resolver o problema. Tampouco podemos simplesmente agir sem observar as respostas do ambiente ao perceber que o problema existe, já que isso pode levar a maus investimentos em termos de tempo e de recursos. No pior dos casos, se a percepção inicial estiver errada e a causa de degradação ambiental não for a espécie exótica invasora, pode-se terminar por perder os valores ambientais que estavam ameaçados, independentemente do sucesso das ações de controle ou erradicação. A chave da questão está, então, em organizar a estratégia de manejo de forma a enfrentar o problema ao mesmo tempo em que se aumenta o conhecimento científico necessário para resolvê-lo (Zalba & Ziller, 2007). Por exemplo, as erradicações e programas de controle bem sucedidos podem aumentar significativamente as possibilidades de êxito na reintrodução ou restabelecimento de espécies nativas, oferecendo oportunidades para reverter as perdas da biodiversidade nativa (UICN, 2000). Uma operação de erradicação que remova com sucesso uma EEI, ou uma operação de controle que reduza sua população a níveis insignificantes, usualmente melhoram as condições das espécies nativas que ocupam ou ocuparam esse habitat (UICN, 2000).

Para estabelecer de maneira eficiente esse manejo, deve-se ainda aprender cada vez mais sobre invasões biológicas, para evitar que denúncias de controle de espécies exóticas invasoras sejam julgadas como crime ambiental, quando em verdade são ferramentas para a conservação da diversidade biológica; e ajudar a criar jurisprudência e regulamentação para o tema, tais como listas oficiais de espécies exóticas invasoras para referência pública, regulamentação para uso de espécies de valor comercial e análises de risco (Ziller & Zalba, 2007).

### **1.1- A Ordem Primates:**

Os representantes da Ordem Primates possuem um corpo que mantém características primitivas da Classe Mammalia, tais como membros pentadáctilos e clavícula, mas que apresentam também características morfofuncionais que contribuíram para que os primatas sobrevivessem até os dias atuais (Bicca-Marques *et al.*, 2006; Verona & Pissinatti, 2007; Kindlovits & Kindlovits, 2009a), tais como:

- aumento do tamanho cerebral (especialmente do córtex);
- habilidade no uso das mãos e dos pés;

- aumento da importância da visão e redução do olfato (especialmente nas espécies diurnas);
- aumento do período pós-natal;
- cauda preênsil (em algumas espécies);
- e braquiação / maior movimentação dos braços, principalmente nos atelídeos e hilobatídeos (p. ex., macaco-aranha e gibão, respectivamente).

A diversidade na estrutura (variedade de tamanho e formas), comportamento e ecologia dos primatas é refletida pelas diferenças no habitat, dieta, hábitos locomotores e organização social. A Ordem Primates é dividida nas subordens Prosimii (prossímios) e Anthrooidea (macacos), sendo esta dividida nas infraordens Platyrrhini (macacos do Novo mundo) e Catarrhini (macacos do Velho Mundo e hominóides) (Bicca-Marques *et al.*, 2006; Kindlovits & Kindlovits, 2009a; Pissinatti & Silva, 2009). Os catarrinos possuem as narinas voltadas para baixo em um focinho longo, enquanto os platirrininos possuem as narinas voltadas para o lado, em um focinho mais curto (Verona & Pissinatti, 2007; Kindlovits & Kindlovits, 2009a).

A infraordem Platyrrhini é composta por espécies que vivem exclusivamente nas florestas tropicais das Américas do Sul e Central. São macacos de tamanho pequeno a médio (de 100g a mais de 10 Kg), arborícolas, e que possuem uma locomoção predominantemente quadrúpede (Bicca-Marques *et al.*, 2006; Kindlovits & Kindlovits, 2009a). Apresentam grande diversidade de padrões de coloração, assim como grande área de distribuição geográfica, podendo haver, por esse motivo, divergências na classificação de alguns gêneros (Verona & Pissinatti, 2007; Kindlovits & Kindlovits, 2009a). Nesta infraordem, trabalhos recentes incluem cinco famílias e dezoito gêneros, com 110 espécies e 205 subespécies (Rylands *et al.*, 2000), o que faz do Brasil o país com o maior número de espécies de primatas do mundo - cerca de um terço da diversidade de primatas existente no planeta. Boa parte dessas espécies é endêmica do território nacional, 26 apresentam-se ameaçadas de extinção, sete são consideradas quase ameaçadas e 16 se encontram na categoria "Deficientes em dados" (Rylands & Chiarello, 2003; Chiarello *et al.*, 2008).

O desenvolvimento de uma forte consciência sobre a necessidade de conservação da biodiversidade no Brasil teve seu início com os primatas (Mittermeier *et al.*, 2005). A partir das pesquisas com primatas dos gêneros *Leontopithecus* e *Brachyteles*, nas décadas de 60 e 70, respectivamente, mais notadamente com *Leontopithecus rosalia* (mico-leão-dourado) e *Brachyteles hypoxanthus* e *B.*

*aracnoides* (muriqui), usados como espécies-bandeira, programas de conservação foram desenvolvidos e Unidades de Conservação foram criadas, além do incentivo à intensificação e melhoria de manejo onde essas espécies ocorrem (Mittermeier *et al.*, 2005).

Os primatas desempenham importantes papéis ecológicos nas florestas, especialmente como dispersores de sementes, auxiliando na manutenção das matas nativas (Chapman & Onderdonk, 1998), mas também como bioindicadores da qualidade de seu ambiente (ao desaparecerem de florestas alteradas pelo homem), como modelos biomédicos para experimentos científicos, para consumo alimentar e como “sentinelas” de zoonoses como a febre amarela (Jerusalinsky *et al.*, 2008; Kindlovits & Kindlovits, 2009b; Pissinatti & Silva, 2009).

Pouco ainda se conhece sobre as enfermidades que acometem primatas neotropicais, principalmente pela pouca quantidade de recursos e de pessoal habilitado e interessado em estudá-las profundamente (Magnusson, 1995; Verona & Pissinatti, 2007; Pissinatti & Silva, 2009) No entanto, a manutenção por longos períodos dessas espécies em zoológicos e/ou centros de pesquisa possibilitou a produção de razoável volume de informações, que fazem abordagem sobre as muitas formas de parasitismo e doenças provocadas por vírus, protozoários, bactérias, fungos, helmintos (Verona & Pissinatti, 2007; Pissinatti & Silva, 2009). Nesse contexto, as zoonoses são particularmente importantes, por requererem medidas específicas de controle e manejo (Andrade *et al.*, 1999; Casagrande, 2007; Marvulo, 2007; Filgueiras *et al.*, 2008; Silva *et al.*, 2008a; Kindlovits & Kindlovits, 2009c,d; Pissinatti & Silva, 2009).

Além das enfermidades, as principais ameaças aos primatas neotropicais, especificamente os que ocorrem dentro do território brasileiro, são as seguintes (Rylands *et al.*, 1993a; Bicca-Marques *et al.*, 2006; Pissinatti & Silva, 2009):

- destruição e fragmentação de habitat;
- pressão de caça (para alimentação e como *pets*);
- invasão de espécies exóticas;
- antropozoonose (doença transmitida do homem para os animais);
- e dados insuficientes sobre algumas espécies.

## **1.2- A espécie *Callithrix aurita* (Geoffroy in Humboldt, 1812), o sagui-da-serra-escuro:**

### **1.3.1- Distribuição Geográfica:**

A espécie *Callithrix aurita* (Figura 1) é endêmica das regiões de floresta de altitude da Mata Atlântica do Sudeste do Brasil (Coimbra-Filho, 1983a; Coimbra-Filho *et al.*, 1983; Stevenson & Rylands, 1988; Coimbra-Filho, 1991; Rylands *et al.*, 1993; Rylands, 1994b; Auricchio, 1995; Fonseca *et al.*, 1996; Mendes, 1997b; Grelle & Cerqueira, 1999; Melo, 1999; Carrol, 2002; Rylands & Chiarello, 2003; São Bernardo & Galetti, 2004; Rylands *et al.*, 2008). Entretanto, Brandão & Develey (1998) consideram sua distribuição altitudinal controversa, pelas divergências encontradas em registros de espécimes coletados para museus e entre alguns autores (Hershkovitz, 1977; Coimbra-Filho, 1991; Rylands, 94b; Corrêa, 1995; Olmos & Martuscelli, 1995), cujas informações indicam que a espécie é encontrada em áreas de 80 a 1375 metros acima do nível do mar, o que demonstra, a princípio, grande amplitude de ocupação de habitat. Porém, em 75% das observações e registros de museu relatados, a altitude foi maior que 800 metros (Brandão & Develey, 1998).

De qualquer modo, entre os calitriquídeos que ocorrem na Mata Atlântica, *C. aurita*, junto com *C. flaviceps*, é a espécie que habita as áreas com condições climáticas mais extremas, sendo possível que o clima seja um fator limitante na distribuição geográfica (Grelle & Cerqueira, 2006).

*Callithrix aurita* é a espécie de ocorrência mais meridional do gênero (Corrêa, 1995). O seu limite norte de distribuição geográfica parece ser o rio Piracicaba, em Minas Gerais, na sua foz com o rio Doce. A oeste, *C. aurita* parece ocorrer até os limites do Espinhaço, em Minas Gerais, e nas áreas de transição com o Cerrado, em São Paulo. A leste, no Rio de Janeiro, a espécie de fato se limita às partes superiores das encostas da serra do Mar, com exceção do sul do Estado, onde *C. aurita* pode ser encontrado quase ao nível do mar. Ao norte da cidade de Campos dos Goytacazes (RJ), a espécie volta a ocorrer em áreas de meia encosta, muitas vezes inferiores a 300 m de altitude (Melo *et al.*, 2005; Melo & Rylands, 2008). Seu limite sul é ainda uma incógnita, pois o grande maciço de Paranapiacaba, em São Paulo, pode abrigar populações, a exemplo do que ocorre com *Leontopithecus chrysopygus* (Melo & Rylands, 2008). Aparentemente, sua distribuição avança pela margem sul do rio Tietê, sem definição exata de seu limite, aparentemente mais ecológico do que geográfico (Hershkovitz, 1977; Olmos & Martuscelli, 1995; Mendes, 1997b).

Diversos autores registraram sua ocorrência na região oriental brasileira, nos seguintes Estados (Figura 2):

- Minas Gerais (Coimbra-Filho, 1983a; Muskin, 1983; Coimbra-Filho, 1991; Martins, 1998; Cosenza & Melo, 1998; Martins & Setz, 2000; Melo *et al.*, 2005; Tabacow *et al.*, 2005);
- Rio de Janeiro (Coimbra-Filho, 1983a; Maciel & Magnanini, 1989; Coimbra-Filho, 1991; Cerqueira *et al.*, 1998; Bergallo *et al.*, 2000; SEMADS, 2001; Cunha, 2003, 2004a,b; Bernardo, 2004; Geise *et al.*, 2004; Vaz, 2005; Pereira, 2006);
- São Paulo (Coimbra-Filho, 1983a; Coimbra-Filho, 1991; Olmos & Martuscelli, 1995; Coutinho, 1996; Brandão & Develey, 1998; Brandão, 1999; Corrêa *et al.*, 1999; Oliveira *et al.*, 1999a,b; Briani *et al.*, 2001; São Bernardo & Galetti, 2004; Martins, 2005; Negrão & Valladares-Pádua, 2006).



Figura 1 - *Callithrix aurita* adulto observado no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO), Petrópolis, RJ. Foto de Daniel Pereira, 2009.

### 1.3.2- Aspectos biológicos e ecológicos:

*Callithrix aurita* é um sagüi cuja coloração varia de tons pardacentos ao inteiramente negro, sendo bem mais escuro do que *C. flaviceps* (Coimbra-Filho, 1990; Melo & Rylands, 2008). Apresenta uma conspícua máscara brancacenta na face, com a presença de tufos intra-auriculares de cor clara (branco ou amarelado), semelhantes aos de *C. flaviceps* (Melo & Rylands, 2008), e a cauda com anéis alternados em cinza e preto (Coimbra-Filho, 1990).

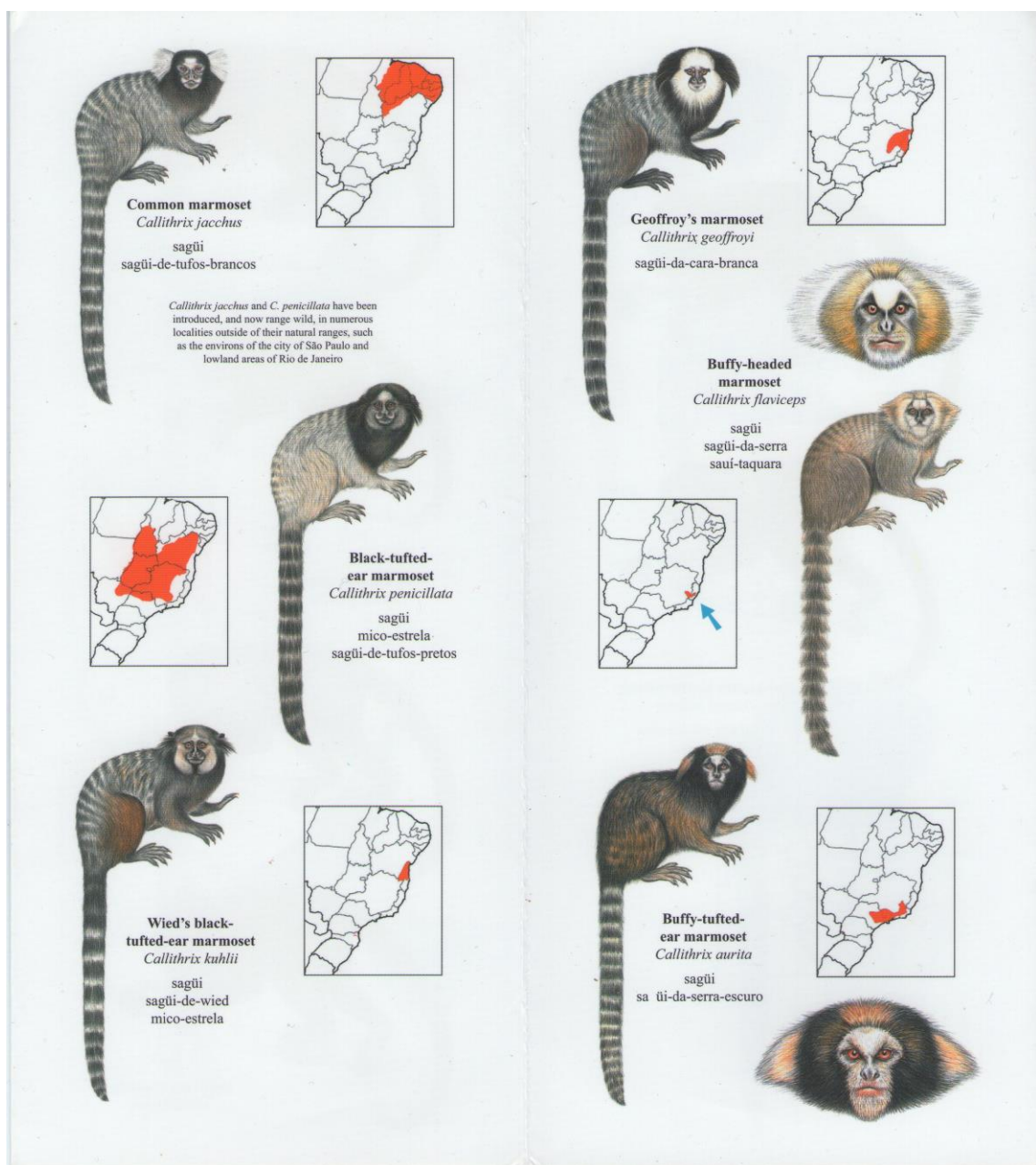


Figura 2 - Ilustração das espécies de sagüis da região oriental brasileira com seus respectivos mapas de distribuição geográfica (Retirado de Mittermeier *et al.*, 2007).

Dados sobre condições específicas do estado selvagem da espécie - comportamento social, biologia reprodutiva, ecologia alimentar, dentre outros – ainda são escassos e pontuais (Corrêa, 1995; Coutinho, 1996; Corrêa & Coutinho, 1997; Brandão, 1999; Santos & Martins, 2000; Carrol, 2002; Grelle & Cerqueira, 2006; Melo & Rylands, 2008). Colônias em cativeiro foram formadas – e mantidas – há muitos anos para o estudo mais minucioso desta espécie (Coimbra-Filho, 1983b; Coimbra-Filho, 1991; Santos, 1991; Rylands *et al.*, 1993; Santos & Martins, 2000; Burity *et al.*, 2007).

*Callithrix aurita* foi observado em floresta primária e em mosaicos de floresta primária e secundária, frequentemente com abundância de bambus (Olmos & Martuscelli, 1995). Em vida livre, forma pequenos grupos – Muskin (1983) relata 4 a 6 indivíduos, podendo chegar a 8, ainda que temporariamente; Torres de Assumpção (1983, *apud* Rylands *et al.*, 1993) registrou grupos de 3 a 4 indivíduos; Coimbra-Filho (1991), de 2 a 6 indivíduos; Stallings & Robinson (1991, *apud* Coutinho, 1996) apontaram 1 a 5 indivíduos, sendo a espécie pouco abundante em todos os locais onde foi observada; Corrêa *et al.* (2000) observaram grupos maiores, de 6 a 11 indivíduos. Geralmente, há apenas uma fêmea reprodutiva, embora tenham sido observados casos de duas fêmeas reproduzindo no mesmo grupo (Corrêa *et al.*, 2000). *Callithrix aurita* pode estabelecer simpatria com outras espécies de primatas, como os do gênero *Cebus* e *Callicebus* (Muskin, 1983; Melo *et al.*, 2005), porém não há registro de simpatria com as outras formas de *Callithrix* (Vivo, 1991 *apud* Grelle & Cerqueira, 2006), à exceção dos casos de invasão biológica (Brandão e Develey, 1998; Cerqueira *et al.*, 1998; Ruiz-Miranda *et al.*, 2000; Rocha *et al.*, 2004; Pereira *et al.*, 2008).

Como todos os calitriquídeos, *C. aurita* é um insetívoro-frugívoro-gomívoro, incluindo em sua dieta até mesmo uma espécie de fungo encontrado em bambu (Corrêa, 1995). Muskin (1983) e Brandão & Develey (1998) insistem na alta insetivoria da espécie, destacando que a presença da mesma em fragmentos florestais de pequena área deve-se à grande disponibilidade de insetos em emaranhados de cipós e lianas. Muskin (1983) não havia observado, em seus estudos, consumo de frutos, flores ou exsudatos, somente de insetos; todavia, provavelmente a não observação de um comportamento alimentar mais similar às demais espécies do gênero se deve



à vegetação pujante do seu habitat e à dificuldade em observar os animais devido ao padrão críptico do pelame da espécie (Coimbra-Filho, 1991). Martins (1999) destaca o comportamento oportunista da espécie, ao descrever um grupo de *C. aurita* alimentando-se de presas afugentadas por formigas de correição. Martins & Setz (2000) detalham a dieta deste mesmo grupo (quatro indivíduos), evidenciando ampla gama de espécies arbóreas utilizadas pelos sagüis, por produzirem exsudados (50,5% dos itens alimentares foram representados por gomas ingeridas), além de presas animais (38,5%), como invertebrados, rãs, lagartos e ninhegos.

Os mais completos estudos ecológicos e etológicos de *C. aurita* foram realizados em 1992/1994 por Corrêa (1995) e Coutinho (1996), no Núcleo Cunha do Parque Estadual da Serra do Mar, em São Paulo. Lá foi estudado um grupo de 6 a 11 indivíduos, em uma floresta de altitude (1075-1200 m), predominantemente secundária, com abundância de bambus. A área ocupada pelo grupo foi de 35,3 ha, com densidade aproximada de 19 indivíduos / km<sup>2</sup> (Corrêa, 1995). Rylands *et al.* (1993), citando Torres de Assumpção (1983), estima uma densidade de 15 indivíduos / km<sup>2</sup>, com área de uso maior que 17 hectares; São Bernardo & Galetti (2004) chegaram a uma densidade de 3,5 indivíduos / km<sup>2</sup> em uma área de 230 hectares e sugerem que a baixa densidade de *C. aurita* pode ser reflexo de alta pressão de predação, possivelmente por pequenos felinos, mas também por serpentes, como relatam Corrêa & Coutinho (1997).

### 1.3.3- Considerações taxonômicas:

Para Coimbra-Filho (1991), existe afinidade filogenética entre *C. aurita* e *C. flaviceps*. Natori (1986; 1994), que estudou a estrutura dental e a variação craniométrica de várias espécies do gênero, afirma que todos os sagüis do gênero *Callithrix* da região oriental brasileira podem ser considerados espécies válidas.

Mendes (1997b) destaca que, de fato, há estreita relação filogenética entre as duas espécies, que possuem distinto padrão de vocalização e distribuições geográficas não sobrepostas e parapátricas, como as demais espécies do grupo (Grelle & Cerqueira, 2006). Para Marroig (1995) e Marroig *et al.* (2004), a polêmica

sobre as espécies de *Callithrix* da região oriental brasileira deve ser encerrada, pois tratam-se de espécies boas.

Existe uma diversidade de padrão cromático em *C. aurita*, ou seja, uma variabilidade observada no pelame dos indivíduos nas diversas populações da espécie (HersHKovitz, 1977; Coimbra-Filho, 1991). Segundo esses autores, em uma mesma população podem ocorrer animais com pelames mais ou menos pigmentados, variando do praticamente negro a tonalidades pardacentas mais ou menos enegrecidas. Melo (1999) identificou em uma única população fenótipos muito distintos e, dentro de uma mesma região geográfica, quase todo o padrão de variação fenotípica esperado para a espécie. Utilizando técnicas moleculares, Melo (1999) confirma o padrão genético mesclado, com base em marcadores moleculares Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD), de alguns indivíduos considerados híbridos com *Callithrix flaviceps*, embora as formas sejam muitas vezes indistintas morfologicamente. A presença de tufo intra-auriculares brancos ou amarelados é reconhecida como característica de identificação da espécie, podendo variar em quantidade – de poucos a muitos pêlos (Melo, 1999).

#### 1.3.4- Principais ameaças:

A distribuição de *C. aurita* vem se reduzindo acentuadamente (Coimbra-Filho, 1983a), estando a espécie classificada como ameaçada há décadas (Mittermeier *et al.*, 1981; Coimbra-Filho, 1983a; Maciel & Magnanini, 1989; Rocha *et al.*, 2004), tendo sido considerada como aparentemente extinta no Estado do Rio de Janeiro (Mittermeier *et al.*, 1981; Coimbra-Filho, 1991). Na Lista Oficial de espécies ameaçadas de extinção do Estado do Rio de Janeiro, *C. aurita* é considerado Vulnerável (Bergallo *et al.*, 2000). Outros autores reforçam a dificuldade de observação e a (quase) extinção local de *C. aurita* em algumas áreas importantes, principalmente no Estado do Rio de Janeiro, sendo considerado um animal naturalmente raro (Coimbra-Filho, 1983a; Rylands *et al.*, 1993; Rylands, 1994b; São Bernardo & Galetti, 2004; Alves, 2005; Garcia, 2005; Loretto & Rajão, 2005; Pereira, 2006; Begotti & Landesmann, 2008).

Os critérios mais relevantes que enquadram *C. aurita* como espécie ameaçada de extinção são: destruição do habitat, incapacidade de adaptação a florestas secundárias degradadas, declínio populacional, distribuição restrita e introdução de espécies exóticas invasoras (Coimbra-Filho, 1983a; Rylands, 1994b; Olmos & Martuscelli, 1995; Mendes, 1997a; Brandão & Develey, 1998; Melo, 1999; Bergallo *et al.*, 2000; SEMADS, 2001; Cunha, 2003; Rylands & Chiarello, 2003; Coimbra-Filho, 2004; Cunha, 2004a,b; Hilton-Taylor *et al.*, 2004; Rocha *et al.*, 2004;

Costa *et al.*, 2005; Pereira *et al.*, 2008). Estes critérios, aliados à evidente raridade de *C. aurita*, explicam a sua inclusão na Lista Oficial de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (Melo & Rylands, 2008).

#### 1.4- Primatas exóticos invasores:

O Brasil é considerado o país com maior diversidade de primatas do mundo, contando com mais de 100 espécies, das quais 59 são endêmicas. Embora a maior parte das espécies de primatas ocorra na Floresta Amazônica, as espécies ameaçadas predominam na Mata Atlântica. Considerando a lista oficial de espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção (Machado *et al.*, 2008), das 24 espécies de primatas que ocorrem nesse bioma, 20 são endêmicas e 15 estão ameaçadas (criticamente em perigo, em perigo ou vulneráveis).

A maioria das populações de primatas da Mata Atlântica está restrita a pequenos fragmentos florestais e as populações naturais, particularmente de sagüis, são ameaçadas por introduções de primatas invasores (Coimbra-Filho, 1971; Olmos & Martuscelli, 1995; Rocha *et al.*, 2004; Costa *et al.*, 2005; Moura-Britto & Patrocínio, 2006; Pereira, 2006). Espécies como *Cebus nigritus*, *Saimiri sciureus*, *Callithrix penicillata* e *C. jacchus*, além de híbridos de *Callithrix*, foram - e estão sendo - introduzidos em numerosas áreas de Mata Atlântica, onde estão hibridando (através de cruzamentos interespecíficos) com espécies locais nativas ou ainda ocupando área das mesmas (Coimbra-Filho *et al.*, 1993, Rocha *et al.*, 2004; Cunha *et al.*, 2006; Freitas *et al.*, 2006; Moura-Britto & Patrocínio, 2006; Brandão, 2007; Begotti & Landesmann, 2008; Pereira *et al.*, 2008; Silva, 2009).

Das espécies citadas, merecem destaque *Callithrix jacchus* (Figura 3) - o sagüi-de-tufos-brancos - e *Callithrix penicillata* (Figura 4) - o sagüi-de-tufos-pretos – que ocorrem respectivamente na Caatinga / Mata Atlântica do Nordeste e no Cerrado

brasileiro (Stevenson e Rylands, 1988; Rylands *et al.*, 1993; Auricchio, 1995; Vilela & Faria, 2002; Vilela, 2007). Estas espécies foram introduzidas há vários anos em outras regiões de Mata Atlântica, particularmente no Sudeste e Sul do Brasil, se estabelecendo e ocupando a área de outras espécies nativas de calitriquídeos (Stevenson e Rylands, 1988; Coimbra-Filho, 1990; Rylands, 1994a,b; Auricchio, 1995; Brandão e Develey, 1998; Cerqueira *et al.*, 1998; Ruiz-Miranda *et al.*, 2000; Rylands & Chiarello 2003; Codenotti & Silva, 2004; Rocha *et al.* 2004; Paula *et al.*, 2005; Passos *et al.*, 2006; Bovendorp & Galetti, 2007; Brandão, 2007; Cunha, 2007; Silva, 2009).



Figura 3 - *Callithrix jacchus* adulto observado em área residencial, Itaipu, Niterói, RJ. Foto de Daniel Pereira, 2009.

*Callithrix jacchus* e *C. penicillata* são espécies extremamente generalistas e competitivas quanto ao habitat e seus recursos alimentares (Miranda & Faria, 2001; Vilela & Faria, 2002; Castro, 2003; Vilela & Faria, 2004; David, 2005; Lyra-Neves *et al.*, 2007; Melo Júnior & Zara, 2007; Pontes *et al.*, 2007; Modesto & Bergallo, 2008;

Silva *et al.*, 2008b), apresentando um alto potencial de dispersão (seja natural ou artificial – consequência do tráfico ilegal), reprodução e hibridação (Passamani *et al.*, 1997; Guerra *et al.*, 1998; Ruiz-Miranda *et al.*, 2000; Castro, 2003; Padrone, 2004; Bovendorp & Galetti, 2007; Ferreira *et al.*, 2008). Existem relatos da importância epidemiológica dessas espécies quanto à transmissão e manutenção de parasitas, em áreas de ocorrência natural ou não (Almeida *et al.*, 2001b; Verona & Pissinatti, 2007). Estas espécies já interagem ecologicamente (interação influenciada pela semelhança entre os nichos da espécie nativa e da espécie exótica) com *L. rosalia* em fragmentos de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro (Ruiz-Miranda *et al.*, 2006), e com *C. aurita* em Unidades de Conservação do mesmo Estado (Pereira, 2006).



Figura 4 - *Callithrix penicillata* adulto observado no PARNASO, Teresópolis, RJ. Foto de Daniel Pereira, 2005.

As espécies *Leontopithecus rosalia* - o mico-leão-dourado, e *Callithrix aurita* - o sagüi-da-serra-escuro, ambas nativas da Mata Atlântica, encontram-se ameaçadas de extinção (Rylands, 1994a,b; Fonseca *et al.*, 1996; Cerqueira *et al.*, 1998; Bergallo *et al.*, 2000; Rylands & Chiarello, 2003) e suas populações são, atualmente, ameaçadas pela presença de calitriquídeos invasores (Moura-Britto & Patrocínio, 2006; Morais Jr. *et al.*, 2008; Pereira *et al.*, 2008).

Historicamente, as causas que levaram o mico-leão-dourado à beira da extinção foram (e são) a perda de habitat e a fragmentação florestal, as populações pequenas e isoladas e o tráfico de animais – hoje, em proporção menor do que em décadas passadas (Ruiz-Miranda *et al.*, 2008). Nos dias atuais, a presença de EEI como *C. jacchus*, *C. penicillata* e seus respectivos híbridos, já é considerada como uma ameaça à conservação das populações de *L. rosalia*, por conta da competição por alimento e refúgio (Figura 5) e de disseminação potencial de novos patógenos. Aliado a tudo isso, atividades de manejo das populações de micos-leões reintroduzidos que requerem suplementação podem favorecer o estabelecimento de EEI (Morais Jr. *et al.*, 2008).

A associação entre espécies de primatas simpátricos (espécies similares, que ocupam a mesma área, ou cujas áreas coincidem em boa parte) e com habitats similares tem sido documentada nas florestas Amazônica e Atlântica, com aparentes benefícios mútuos (Milton, 1981; Boubli, 2002; Lopes & Rehg, 2003; Di Fiore & Suarez, 2007). Entretanto, a associação entre primatas nativos e exóticos é pouco estudada, podendo resultar, dentre outras coisas, em competição por recursos e troca de parasitas entre as espécies (Ruiz-Miranda *et al.*, 2000; 2006), o que constitui uma ameaça à conservação da espécie nativa (Morsello, 2001; Primack & Rodrigues, 2001; Ricklefs, 2003).

Existem relatos de hibridação entre *C. aurita* e *C. penicillata* nos estados de São Paulo (Mendes, 1997a), Minas Gerais (Stallings & Robinson, 1991, *apud* Coutinho, 1996; Melo & Rylands, 2008) e Rio de Janeiro (Pereira, 2006), aparentemente associados à interferência antrópica, com introduções relativamente freqüentes e recorrentes nas áreas. Combinando-se a suposta raridade e a baixa densidade populacional de *C. aurita* (Rylands, 1994b; Coutinho, 1996; Cosenza & Melo, 1998) com a grande capacidade generalista e competitiva de *C. penicillata*

quanto ao habitat e recursos alimentares (Guerra *et al.*, 1998; Miranda & Faria, 2001; Vilela & Faria, 2004), pode-se considerar a invasão biológica de *C. penicillata* como um fator importante para a diminuição das já reduzidas populações de *C. aurita* no Estado do Rio de Janeiro (Pereira, 2006; Cunha, 2007).



Figura 5 - Grupo de *Leontopithecus rosalia* competindo por alimento em plataforma suspensa com grupo de *Callithrix* sp, Silva Jardim, RJ. Foto de Daniel Pereira, 2008.

Embora seja considerado o primata menos ameaçado da família Callitrichidae, sendo classificado como “vulnerável” pela Lista de espécies ameaçadas de extinção do Estado do Rio de Janeiro (Bergallo *et al.*, 2000) e pela Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (Rylands & Chiarello, 2003; Melo & Rylands, 2008), *C. aurita* está seguramente em um estágio crítico de risco de extinção no Estado do Rio de Janeiro, principalmente pelo processo de invasão e instalação de *C. penicillata* e de híbridos de *Callithrix* (Pereira, 2006).

## **2- OBJETIVOS:**

Dentro desse contexto, o objetivo geral da tese foi avaliar a densidade, a genética e a saúde populacional de *Callithrix aurita*, que convive com a espécie exótica invasora *C. penicillata* e seus respectivos híbridos, no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ.

A tese está dividida em quatro capítulos que têm como objetivos:

- (1) Estimar o tamanho populacional de *C. aurita*, *C. penicillata* e seus híbridos no PARNASO;
- (2) Confirmar geneticamente a hibridação dos animais capturados, pela morfologia do cromossomo Y e análise do gene SRY;
- (3) Verificar o estado de saúde dos animais capturados, a partir da tentativa de caracterização de um padrão hematológico de normalidade;
- (4) Propor um plano de erradicação e de controle de invasão de *C. penicillata* no PARNASO.

## **3- MATERIAL E MÉTODOS:**

### **3.1- Área de estudo:**

A origem da denominação Serra dos Órgãos, diferentemente do senso comum, não está relacionada ao nome de alguns de seus picos mais famosos, como Dedo de Deus, Dedo de Nossa Senhora e Nariz do Frade. Sua origem remonta, na verdade, à impressão dos primeiros portugueses que vislumbraram a serra a partir da Baía de Guanabara. Eles associaram a formação aos tubos ordenados de um órgão, instrumento musical que orna a maioria das catedrais européias (ICMBIO, 2008).

A percepção da biodiversidade excepcional da região tem origem nas missões científicas européias no início do séc. XIX. A passagem pela região de cientistas renomados como Langsdorff, von Martius e Spix divulgou a singularidade deste trecho



da Serra do Mar. Militares belgas, em visita oficial ao Brasil, confeccionaram mapas que destacavam a grande importância da área. Certamente, a beleza cênica, o estado de conservação, a riqueza e exuberância da cobertura vegetal, com muitas espécies endêmicas, e a variedade da fauna silvestre foram determinantes para a criação da unidade (ICMBIO, 2008).

O Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO) é uma Unidade de Conservação sob administração do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO) localizada entre 22°52' e 22°54' Sul e 42°09' e 45°06' Oeste, com uma área total de 20.050 hectares (ampliada por decreto em 2008). O PARNASO abrange parte dos municípios de Guapimirim, Magé, Petrópolis e Teresópolis, no Estado do Rio de Janeiro (Figura 6) (SEMADS, 2001; Cronemberger & Viveiros de Castro, 2007; ICMBIO, 2008).

A área do PARNASO representa cerca de 7% da área de Unidades de Conservação federais de proteção integral e 4% de toda a área sob proteção integral no Estado do Rio de Janeiro, somando-se Unidades de Conservação federais e estaduais. Os maiores blocos remanescentes de Mata Atlântica estão concentrados na região Sul do Estado, na divisa com o Estado de São Paulo, e na região Central, onde está localizada a Serra dos Órgãos (Rocha *et al.*, 2003; ICMBIO, 2008).

Os municípios de Petrópolis e Teresópolis estão na região Serrana do Estado e Magé e Guapimirim são considerados parte da Região Metropolitana da cidade do Rio de Janeiro. O município com maior área no PARNASO é Petrópolis, seguido de Guapimirim e Magé. Teresópolis, apesar de ser o município mais fortemente associado ao parque e de abrigar a sede principal, é o que possui a menor área no PARNASO (Cronemberger & Viveiros de Castro, 2007; ICMBIO, 2008). Apesar disso, a administração esteve voltada historicamente para Teresópolis (sede principal) e Guapimirim, onde existe outra sede, negligenciando a porção petropolitana do parque, bem como a área inserida no município de Magé (Cronemberger & Viveiros de Castro, 2007).

O Parque Nacional da Serra dos Órgãos, criado em 30 de novembro de 1939, pertence à primeira geração de parques nacionais brasileiros, criados como monumentos naturais para resguardar porções do território nacional que tivessem valor científico e estético, como previa a Constituição de 1937 (Cronemberger & Viveiros de Castro, 2007). Entre os motivos listados para a criação do PARNASO, descritos no processo de delimitação do parque, estão a beleza cênica dos seus maciços rochosos, a proteção de mata primária e floresta pluvial montana, a

riqueza da flora e da fauna e a contribuição para a manutenção climática regional (Cronemberger & Viveiros de Castro, 2007).

Somente em 1984, com 45 anos de atraso, através de um decreto, foram definidos os limites geográficos precisos da Unidade de Conservação. O longo período sem definição dos limites contribuiu para agravar os problemas fundiários e ocupações humanas que duram até hoje, especialmente nas localidades do Garrafão, no município de Guapimirim, e Bonfim, em Petrópolis (Cronemberger & Viveiros de Castro, 2007).

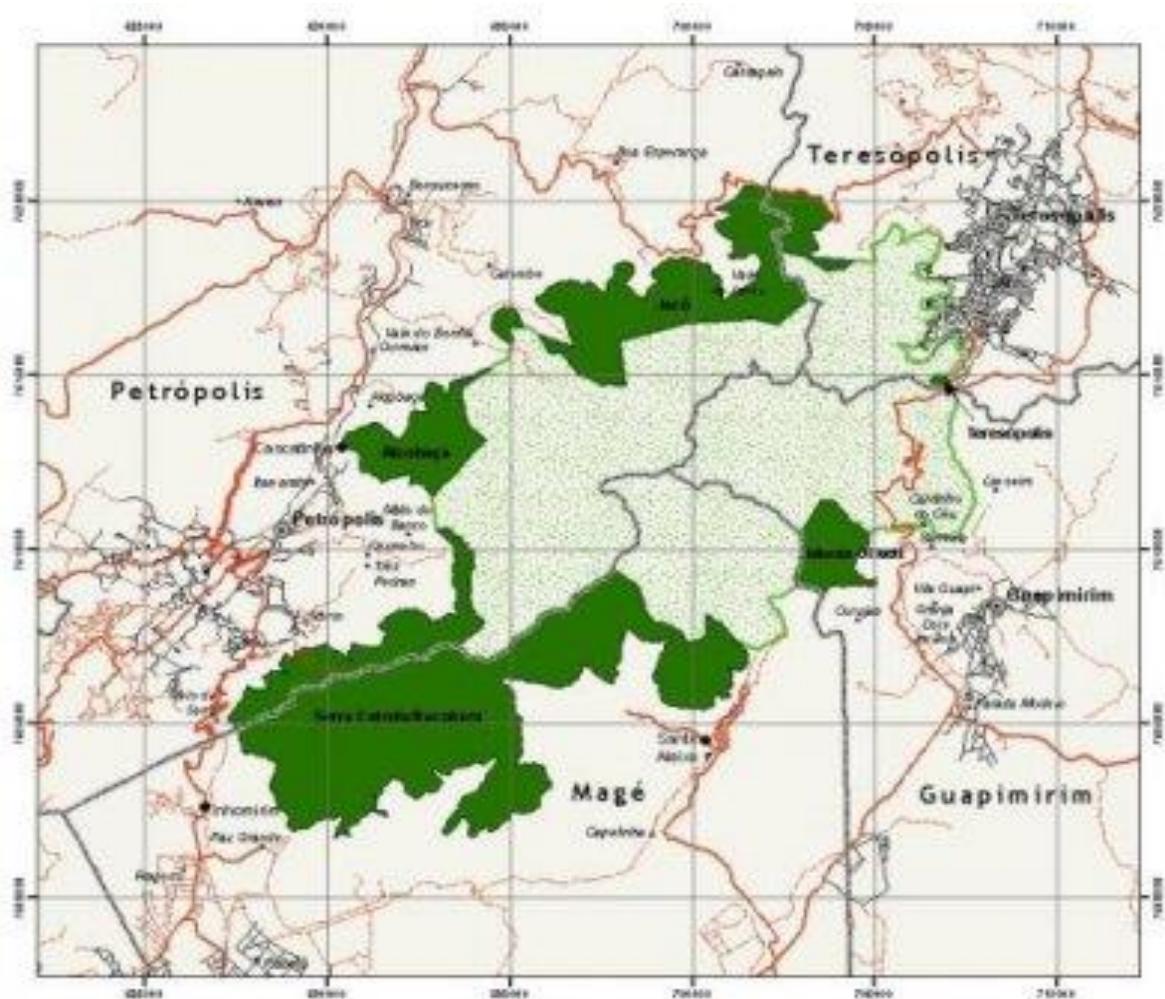


Figura 6 - Mapa do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ (área verde escura corresponde à recente ampliação). Fonte: [www.icmbio.gov.br/parnaso](http://www.icmbio.gov.br/parnaso)

Além da importância da biodiversidade da região, o PARNASO tem ainda fundamental importância na proteção dos mananciais de abastecimento d'água para a população da região e na estabilidade climática, beneficiando os cerca de 700.000 habitantes dos municípios do entorno. O PARNASO protege o Dedo de Deus, monumento geológico destacado como de apelo turístico e considerado patrimônio natural do Brasil, sendo tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). O Dedo de Deus é o símbolo do Estado do Rio de

Janeiro e está representado no seu brasão. O Dedo de Deus é também um símbolo do montanhismo brasileiro e sua conquista é considerada o marco inicial da escalada no país. Nas montanhas da Serra dos Órgãos estão também os maiores paredões do Brasil de elevada exigência técnica para escaladas (Cronemberger & Viveiros de Castro, 2007; ICMBIO, 2008).

O PARNASO protege uma das mais importantes áreas da Mata Atlântica, um dos cinco *hotspots* de biodiversidade mais ameaçados do planeta e de importância reconhecida internacionalmente através da Reserva da Biosfera (Mittermeier *et al.*, 1999; Cronemberger & Viveiros de Castro, 2007; ICMBIO, 2008). A Serra dos Órgãos foi identificada em avaliação do Ministério do Meio Ambiente (PROBIO/MMA) como área de extrema importância biológica para todos os grupos temáticos analisados (Vegetação e Flora, Invertebrados, Peixes, Répteis e Anfíbios, Aves, Mamíferos e Fatores Abióticos). A área foi identificada como exposta a alta pressão antrópica e apontada como área prioritária para estabelecimento de corredores ecológicos e manejo de áreas externas às Unidades de Conservação (Heringer & Montenegro, 2000; Cronemberger & Viveiros de Castro, 2007; ICMBIO, 2008).

O PARNASO ocupa posição central no Corredor Ecológico da Serra do Mar, definido como uma das áreas estratégicas pelo Projeto Parques e Reservas no âmbito do Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil – PPG7. A região contém ainda um dos maiores remanescentes de Mata Atlântica e o PARNASO é a unidade central do Mosaico de Áreas Protegidas da Mata Atlântica Central Fluminense (Cronemberger & Viveiros de Castro, 2007; ICMBIO, 2008).

O relevo do PARNASO é fortemente montanhoso, apresentando suas maiores elevações na faixa que acompanha a linha divisória dos municípios, que correspondem ao divisor de bacias. As altitudes variam de 200 a 2263 metros acima do nível do mar; as cotas mais elevadas predominam na parte central do parque, sendo a área mais alta de toda a Serra do Mar (Rocha *et al.*, 2003; Cronemberger & Viveiros de Castro, 2007). A significativa variação altitudinal gerou grande diversidade de habitats e elevada riqueza de espécies. No PARNASO ocorrem diversas fitofisionomias: floresta pluvial sub-montana, floresta pluvial montana, floresta pluvial alto-montana, campos de altitude e vegetação rupícola (Cronemberger & Viveiros de Castro, 2007; ICMBIO, 2008).

A grande diversidade de habitats, proporcionada pela variação no clima, nos tipos de solo, formações geológicas e diferenciadas formações vegetacionais explica a alta diversidade de espécies da fauna no PARNASO (Cronemberger & Viveiros de

Castro, 2007; ICMBIO, 2008). Apesar da existência de lacunas sobre o conhecimento de vários grupos taxonômicos e dos estudos realizados estarem concentrados em poucas áreas, em uma área relativamente pequena (10.600 hectares – área anterior à ampliação, em 2008) já foram registradas 462 espécies de aves, 83 de mamíferos, 82 de répteis, 102 de anfíbios e 6 de peixes (Cronemberger & Viveiros de Castro, 2007; ICMBIO, 2008).

Comparando-se a lista de espécies já identificadas no PARNASO com as listas oficiais de fauna ameaçadas de extinção (Bergallo *et al.*, 2000; Machado *et al.*, 2008), existem 120 espécies ameaçadas nos diversos status de ameaça das diferentes listas, números que estão certamente subestimados, uma vez que as listas de espécies disponíveis são ainda preliminares e diversos grupos taxonômicos que ocorrem em áreas remotas não foram ainda amostrados (ICMBIO, 2008).

A fauna de mamíferos do PARNASO apresenta ainda algumas espécies alóctones e exóticas. Como exemplo, os saguis *C. jacchus* e *C. penicillata*, nativos do nordeste e centro do Brasil, respectivamente, que invadiram áreas do PARNASO nas últimas décadas, provavelmente oriundos do tráfico (ICMBIO, 2008). A observação de *C. penicillata* no Parque é freqüente, inclusive, já hibridando com *C. aurita*, único calitriquídeo nativo da região, espécie rara e ameaçada de extinção; a presença de *C. jacchus* é apenas presumida (ICMBIO, 2008). Já foram observados grupos mistos de *C. aurita* e *C. penicillata* (Pereira, 2006) e grupos compostos apenas por híbridos, provavelmente de *C. aurita* e *C. penicillata*.

Apesar dos casos de invasão de espécies exóticas e animais domésticos, o PARNASO não conta com pessoal e estrutura suficiente para manejar adequadamente estes problemas. No III Encontro de Pesquisadores do PARNASO (2005), a assembleia já listava como uma das áreas consideradas como “lacunas de conhecimento e pesquisas prioritárias” a necessidade de estudos para subsidiar o manejo de espécies exóticas de fauna (Viveiros de Castro & Cronemberger, 2007).

A facilidade no acesso às áreas do Parque e a ocupação intensiva do entorno fazem das espécies exóticas uma constante ameaça à biodiversidade do PARNASO (ICMBIO, 2008). A proximidade de áreas urbanas facilita também o acesso de animais domésticos à área do Parque. Algumas medidas para reduzir os danos causados por animais domésticos vêm sendo tomadas, como instalação de telas em áreas limítrofes com áreas urbanizadas, mas estas não têm se mostrado eficientes para algumas espécies (ICMBIO, 2008).

### 3.2- Coleta de dados:

#### 3.2.1- Estimativa populacional:

Os tamanhos populacionais das duas espécies de primatas (*C. aurita*, *C. penicillata* e seus híbridos) foram estimados através do método “Distance Sampling” (Pinto *et al.*, 1993; Peres, 1999; Buckland *et al.*, 2001; Cullen Jr. & Rudran, 2003; Oliveira *et al.*, 2003; Santana *et al.*, 2008). Transecções foram feitas nas trilhas demarcadas do PARNASO e em áreas mais remotas, percorridas a pé a uma velocidade média de 2 Km / hora, onde foram registrados o número de indivíduos de cada espécie observada e a distância perpendicular da posição do indivíduo (ou do primeiro indivíduo observado) ao transecto.

No entanto, nem todos os indivíduos presentes em uma área são observados, pois muitos podem se esconder ou fugir antes de serem detectados, o que levaria a cálculos de densidade subestimados. Assim, um dos pressupostos desta metodologia é que todos os indivíduos sobre a linha central são registrados (Buckland *et al.*, 2001) e, conseqüentemente, que a probabilidade de um indivíduo ser detectado vai diminuindo à medida que ele se encontra cada vez mais afastado da linha central (Cullen Jr. & Rudran, 2003). Há cinco pressupostos básicos para que se possa estimar a densidade populacional de uma espécie (Buckland *et al.*, 2001; Cullen Jr. & Rudran, 2003):

- 1) Objetos na linha central ou muito próximos a ela são sempre detectados;
- 2) Objetos são detectados em sua posição inicial;
- 3) As medidas de distância perpendicular são exatas;
- 4) Os transectos estão distribuídos aleatoriamente, pelo menos no que diz respeito à distribuição dos objetos;
- 5) As detecções devem ser eventos independentes.

Uma vez satisfeitos os pressupostos, a estimativa de densidade é calculada pela seguinte fórmula:  $D = n / 2Lw$ , onde: **D** é a densidade, **n** é o número de indivíduos visualizados nos transectos, **L** é o comprimento total dos transectos na área de estudo

e  $2w$  é a medida de largura efetiva, ou seja,  $w$  é uma distância além da qual nenhum objeto daquela espécie é detectado. Este valor vale para os dois lados da linha central e deve ser duplicado para que se possa calcular a área efetivamente amostrada.

### 3.2.2- Colheita de material biológico, mensuração de parâmetros fisiológicos e dados biométricos:

Um grupo de sete sagüis foi capturado com armadilhas de captura viva (modelo Tomahawk) (Rossi Jr, 2007), iscadas com diversas frutas. As armadilhas foram colocadas após a observação dos animais e a determinação dos locais onde os mesmos foram encontrados com maior frequência. Essas armadilhas foram mantidas em plataformas suspensas nas árvores e fechadas, mas com isca acessível aos sagüis, de forma a habituá-los, durante dois dias. No terceiro dia, as armadilhas foram abertas e iscadas, mas permaneceram travadas; finalmente, no quarto dia, as armadilhas foram abertas, iscadas e checadas pela manhã.

Os sagüis capturados foram contidos manualmente com luvas grossas de raspa de couro para a anestesia e posterior realização dos procedimentos para colheita de material biológico, mensuração de parâmetros fisiológicos e dados biométricos. Os animais foram anestesiados com cloridrato de cetamina, na proporção de 10 mg/Kg, por via subcutânea ou intramuscular (Pachaly, 2000; Nunes *et al.*, 2007; Verona & Pissinatti, 2007; Vilani, 2009), com seringa de 0,3 ou 0,5 mL. Durante o tempo em que os animais estiveram anestesiados, foi feita a colheita de sangue no plexo arteriovenoso inguinal (Verona & Pissinatti, 2007), com seringa de 3 mL e agulha 13x4, para análises clínicas e genéticas.

Os animais foram identificados quanto à espécie (se pura ou híbrido), sexo e idade estimada (pelo tamanho e padrão de pelagem). O grupo era formado por indivíduos híbridos, com quatro fêmeas e três machos, sendo quatro adultos, um jovem e dois filhotes. Foram mensuradas a temperatura e as frequências cardíaca e respiratória no momento da manipulação, assim como dados biométricos tais como peso, comprimento do corpo e comprimento da cauda. Foi avaliado ainda o estado geral de cada animal capturado. Todos os animais capturados no PARNASO foram levados para o Centro de Primatologia do Rio de Janeiro (CPRJ) / Instituto Estadual do Ambiente (INEA).

Em virtude da não-captura de indivíduos da espécie *Callithrix aurita* no PARNASO, foi realizada uma colheita de sangue de quatro sagüis desta espécie do CPRJ / INEA, para análise clínica; o procedimento foi realizado apenas com contenção física e parâmetros fisiológicos e dados biométricos não foram mensurados.

Para o hemograma, as dosagens bioquímicas e as análises genéticas, o sangue foi recolhido em um tubo de ensaio contendo anticoagulante (EDTA - ácido etilenodiaminotetracético) e mantido em temperatura de refrigeração até o momento da manipulação / processamento das amostras (Perez-Sweeney *et al.*,

2003). As análises hematológicas e as dosagens bioquímicas foram realizadas na Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense com a finalidade de obter um auxílio diagnóstico do estado de saúde dos animais (Santos, 1999; Almosny & Monteiro, 2007; Santos & Cubas, 2007; Almosny, 2009).

As análises genéticas foram realizadas no Laboratório de Diagnósticos por DNA, do Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes / Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), com a finalidade de confirmar geneticamente a hibridação, por uso de marcadores moleculares.

O trabalho teve sua autorização expedida pelo ICMBIO através do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO), tendo os seguintes códigos de identificação: 83737725, para o período de 23/10/2007 a 22/10/2008; 86171382, para o período de 10/10/2008 a 10/10/2009; e 86318497, para o período de 19/11/2009 a 30/06/2010.

#### **4- DENSIDADE POPULACIONAL DE *Callithrix aurita*, *C. penicillata* E SEUS HÍBRIDOS NO PARQUE NACIONAL DA SERRA DOS ÓRGÃOS**

##### **4.1- Introdução:**

O método dos transectos lineares está entre as metodologias mais utilizadas na estimativa de densidade de populações animais (Peres, 1999; Cullen Jr. & Rudran, 2003). Nos últimos anos, a identificação de mamíferos em campo, principalmente primatas, tem se baseado na metodologia de transectos lineares, pois muitas espécies dessa ordem são conspícuas e de hábitos diurnos, facilmente detectáveis em trabalhos de campo (Santana *et al.*, 2008).

Na prática e na maioria das vezes, a identificação do animal se baseia em uma observação clara e direta. Entretanto, em algumas situações, a detecção do animal é feita indiretamente, por meio de vocalização, seguida de quebra de galho, de movimento de arbustos ou de corrida na serrapilheira (Cullen Jr. & Rudran, 2003). Uma vez identificada a espécie por observadores experientes, essas observações indiretas podem ser consideradas, desde que anotada corretamente a distância perpendicular no local de onde se observou o primeiro indício da presença do animal (Cullen Jr. & Rudran, 2003).

Dados de densidade podem ser de grande utilidade para o estudo das conseqüências da fragmentação do habitat, como por exemplo para avaliar o

“status” de uma população que se encontra ameaçada (Laurance, 1990 *apud* Oliveira *et al.*, 2003), já que a densidade de primatas tem diminuído significativamente por conta da fragmentação, resultando até mesmo em extinções locais (Santana *et al.*, 2008).

*Callithrix aurita* é uma espécie endêmica da Mata Atlântica do Sudeste do Brasil (Coimbra-Filho, 1983a; Auricchio, 1995; Fonseca *et al.*, 1996; Mendes, 1997b), sendo observada tanto em floresta primária, quanto em mosaicos de floresta primária e secundária, frequentemente com abundância de bambus (Olmos & Martuscelli, 1995). Esta espécie vive em pequenos grupos familiares variando de 1 a 11 indivíduos, mas em média com quatro indivíduos (Muskin, 1983; Torres de Assumpção, 1983, *apud* Rylands *et al.*, 1993; Coimbra-Filho, 1991; Stallings & Robinson, 1991, *apud* Coutinho, 1996; Corrêa *et al.*, 2000). Geralmente, há apenas uma fêmea reprodutiva, embora tenham sido observados casos de duas fêmeas reproduzindo no mesmo grupo (Corrêa *et al.*, 2000). Os poucos estudos que estimaram a densidade de *C. aurita* relataram densidades de 19 indivíduos / km<sup>2</sup> (Corrêa, 1995), de 15 indivíduos / km<sup>2</sup> (Rylands *et al.*, 1993, citando Torres de Assumpção, 1983) e de 3,5 indivíduos / km<sup>2</sup> (São Bernardo & Galetti, 2004).

*Callithrix aurita* é uma espécie ameaçada de extinção e os critérios para tê-la incluída na Lista Oficial de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (Melo & Rylands, 2008) foram: a destruição do habitat, a incapacidade de adaptação a florestas secundárias degradadas, ao declínio populacional, a distribuição restrita e a introdução de espécies exóticas invasoras (Coimbra-Filho, 1983a; Rylands, 1994b; Olmos & Martuscelli, 1995; Mendes, 1997a; Brandão & Develey, 1998; Melo, 1999; Bergallo *et al.*, 2000; SEMADS, 2001; Cunha, 2003; Rylands & Chiarello, 2003; Cunha, 2004a,b; Hilton-Taylor *et al.*, 2004; Rocha *et al.*, 2004; Costa *et al.*, 2005; Pereira *et al.*, 2008).

Os objetivos deste trabalho foram estimar a densidade e o tamanho populacional das espécies de *Callithrix* que ocorrem no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO). Pretende-se, com os dados obtidos, subsidiar futuros planos de manejo e conservação dessas populações.

#### **4.2- Material e métodos:**



Os tamanhos populacionais das duas espécies de primatas (*C. aurita*, *C. penicillata* e seus híbridos) foram estimados através do método “Distance Sampling” (Buckland *et al.*, 2001). Transecções foram feitas nas trilhas demarcadas do PARNASO e em áreas mais remotas, percorridas a pé a uma velocidade média de 2 Km / hora. Foram registrados o número de indivíduos de cada espécie observada e a distância perpendicular da posição do indivíduo (ou do primeiro indivíduo observado) ao transecto (Buckland *et al.*, 2001).

A coleta dos dados foi realizada no período entre outubro de 2007 e novembro de 2009, a partir de 10 trilhas dispostas no PARNASO, com tamanhos variando entre 0,4 a 4,6 km, de maneira a cobrir áreas de dois municípios onde o parque está presente – Petrópolis e Teresópolis. Um total de 263,7 km de trilhas foi percorrido durante 127,75 horas de observação. Em Petrópolis, o maior esforço (seis campanhas) ocorreu pela descoberta de grupos puros de *C. aurita* e tentativas de captura durante o desenvolvimento do trabalho. Em Teresópolis, foram realizadas quatro campanhas por conta de descobertas anteriores de grupos mistos de *C. aurita* com híbridos de *Callithrix* (Pereira, 2006) e por descobertas, durante o desenvolvimento do trabalho, de grupos formados por híbridos de *Callithrix*.

Os levantamentos foram realizados, em sua maioria, por um único observador, nos períodos da manhã e tarde, buscando os horários de pico de atividade dos primatas – todos os animais observados durante o retorno da trilha foram considerados para as análises, por se tratarem de observações realizadas em outro esforço amostral (Cullen Jr. & Rudran, 2003). Ao chegar ao final da trilha, aguardava-se o tempo recomendado – em torno de quatro horas, conforme preconizado pelo método – para o retorno.

De cada animal (no caso de indivíduos solitários) ou do primeiro indivíduo de cada grupo visualizado, foram anotadas as seguintes informações: 1) distância perpendicular entre o animal detectado e o transecto / trilha (medida com trena), 2) transecto percorrido (medido com trena), 3) tempo gasto no percurso, 4) local e horário de cada avistamento, 5) espécie visualizada e 6) número de indivíduos por grupo. Assim que um animal ou um grupo era detectado, era feito o seu acompanhamento por, no mínimo, 15 minutos (Pinto *et al.*, 1993). Censos foram evitados durante os dias chuvosos ou com muito vento, por conta da diminuição da atividade dos animais e porque o barulho diminui a detecção de vocalização (Cullen Jr. & Rudran, 2003). Os pontos de observação dos grupos foram marcados com o auxílio de um aparelho de GPS.

Como auxílio à observação, foi utilizado o método de “play-back” (Mendes, 1997b; Cosenza e Melo, 1998; Morais Jr. *et al.*, 2004; Pereira, 2007), que consiste em reproduzir chamadas de longa distância com vocalizações da espécie estudada, com o objetivo de aumentar o sucesso das observações, mantendo os animais existentes na área amostrada, facilitando sua identificação. Para este estudo, foi utilizado um aparelho de som de uso doméstico, que reproduzia a vocalização de um indivíduo de sexo indefinido da espécie *C. aurita*. O “play-back” não foi utilizado durante as transecções – apenas quando o grupo era encontrado, para uma melhor observação – pois poderia superestimar o tamanho populacional.

Para estimar a densidade e tamanho populacional dos primatas, a análise estatística dos dados se deu através do programa “Distance”, versão 5.0. O fundamento desse método é a busca de um modelo, ou uma Função de Detecção, que melhor espelhe o comportamento das distâncias perpendiculares observadas. Depois, utiliza-se essa função para estimar a proporção de indivíduos que não foram detectados durante os levantamentos, e, a partir daí, pode-se obter uma estimativa de densidade da população de interesse (Buckland *et al.*, 2001). Dos modelos estatísticos selecionados pelo programa para estimativa de densidade populacional, foi utilizado o que apresentou o menor valor do “Critério de Informação de Akaike” (AIC).

#### **4.3- Resultados e Discussão:**

Um total de 15 encontros visuais foi registrado durante o estudo (Tabelas 1 e 2), sendo 11 para grupos de *C. aurita* (Figuras 7 a 9) e quatro para grupos mistos (*C. aurita* com híbridos) ou formados apenas por híbridos de *Callithrix* (Figura 10). Muito embora o número mínimo de detecções independentes recomendável seja 40, tamanhos amostrais menores também podem gerar estimativas robustas, dependendo da distribuição dos dados (Buckland *et al.*, 2001; Cullen Jr. & Rudran, 2003; Santana *et al.*, 2008). Nesse sentido, deve ser considerado que nem sempre é obtido o número ideal de detecções dos animais, especialmente de espécies raras, o que não impede que sejam efetuadas estimativas confiáveis da densidade populacional, desde que os dados possibilitem o ajuste da Função de Detecção, com coeficiente de variação dentro de limites aceitáveis, fato que ocorreu neste estudo.

O método de “play-back” se mostrou eficaz na manutenção dos animais avistados nos locais de observação, por períodos relativamente longos, de até uma hora.

Durante os trabalhos de campo, os animais apareceram repetidas vezes em um mesmo local.

Tabela 1: Relação dos encontros visuais registrados durante o estudo.

<b>Nº de animais avistados</b>	<b>Relação adultos / jovens / filhotes</b>	<b>Híbridos / Puros</b>	<b>Localidade</b>
7	1 / 4 / 2	Misto*	Teresópolis
2	2 / 0 / 0	Puros	Petrópolis
5	5 / 0 / 0	Puros	Petrópolis
7	4 / 1 / 2	Híbridos	Teresópolis
7	4 / 1 / 2	Híbridos	Teresópolis
7	4 / 1 / 2	Híbridos	Teresópolis
4	4 / 0 / 0	Puros	Petrópolis
3	3 / 0 / 0	Puros	Petrópolis
5	5 / 0 / 0	Puros	Petrópolis
5	5 / 0 / 0	Puros	Petrópolis
3	3 / 0 / 0	Puros	Petrópolis
3	2 / 1 / 0	Puros	Petrópolis
2	2 / 0 / 0	Puros	Petrópolis
4	3 / 0 / 1	Puros	Petrópolis
3	3 / 0 / 0	Puros	Petrópolis

OBS.\* O grupo misto era formado por um indivíduo da espécie *C. aurita* e seis híbridos.

Tabela 2: Registro dos pontos de observação com auxílio de GPS.

<b>Período (mês/ano)</b>	<b>Características do grupo</b>	<b>Localidade</b>	<b>Coordenadas UTM</b>
10/2007	Misto ( <i>C. aurita</i> e híbridos)	Teresópolis	23K 0706961 / 7516051
04/2008	Puro ( <i>C. aurita</i> )	Petrópolis	23K 0697165 / 7514297
04/2008	Puro ( <i>C. aurita</i> )	Petrópolis	23K 0696352 / 7514682

---

04/2008	Puro ( <i>C. aurita</i> )	Petrópolis	23K 0694938 / 7515301
11/2008	Somente híbridos	Teresópolis	23K 0706652 / 7515609
01/2009	Puro ( <i>C. aurita</i> )	Petrópolis	23K 0696700 / 7514467
03/2009	Puro ( <i>C. aurita</i> )	Petrópolis	23K 0696144 / 7514746
07/2009	Puro ( <i>C. aurita</i> )	Petrópolis	23K 0696630 / 7514513
09/2009	Puro ( <i>C. aurita</i> )	Petrópolis	23K 0697263 / 7514268

---



Figura 7 - Grupo de *Callithrix aurita* observado no PARNASO, Petrópolis, RJ. Foto de Daniel Pereira, 2009.



Figura 8 - Grupo de *Callithrix aurita* observado no PARNASO, Petrópolis, RJ. Foto de Daniel Pereira, 2008.



Figura 9 - Tentativa de captura de grupo de *Callithrix aurita* observado no PARNASO, Petrópolis, RJ. Foto de Daniel Pereira, 2009.



Figura 10 - Grupo de híbridos de *Callithrix* observado no PARNASO, Teresópolis, RJ. Foto de Daniel Pereira, 2008.

A abundância de *C. aurita* para a área de estudo ficou em 0,46 grupos / km<sup>2</sup> (ou 217 hectares / grupo). Para os híbridos de *Callithrix*, a abundância foi de 0,86 grupos / km<sup>2</sup> (ou 116 hectares / grupo). A probabilidade de detecção dos indivíduos está ilustrada nas figuras 11 e 12, e os modelos estatísticos com o respectivo valor de AIC estão representados na Tabela 3.

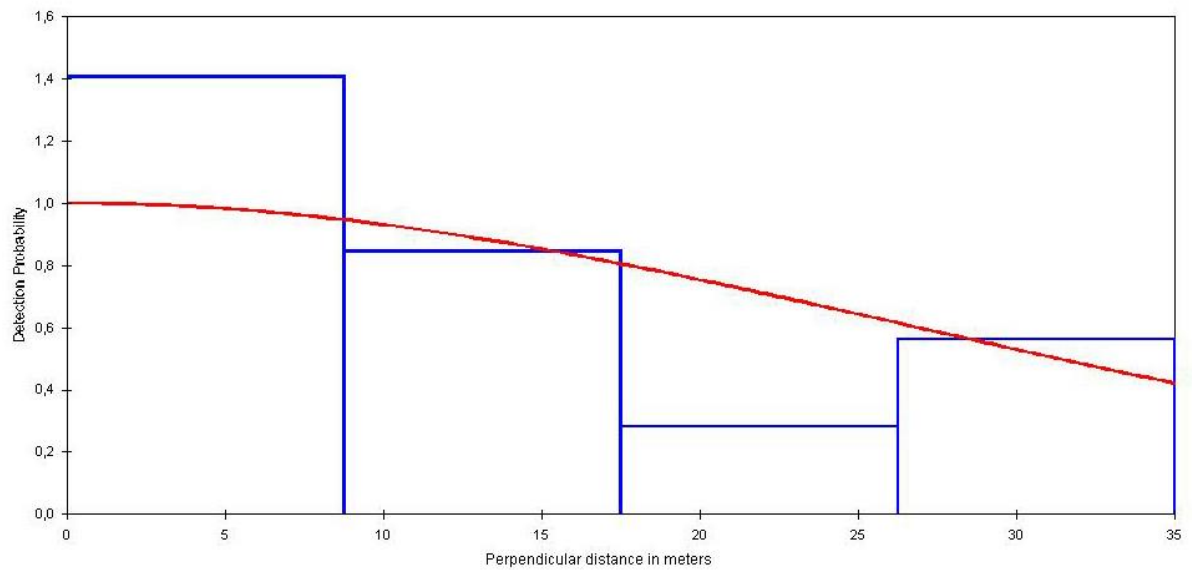


Figura 11 - Gráfico de probabilidade de detecção de *Callithrix aurita* no PARNASO, Petrópolis, RJ.

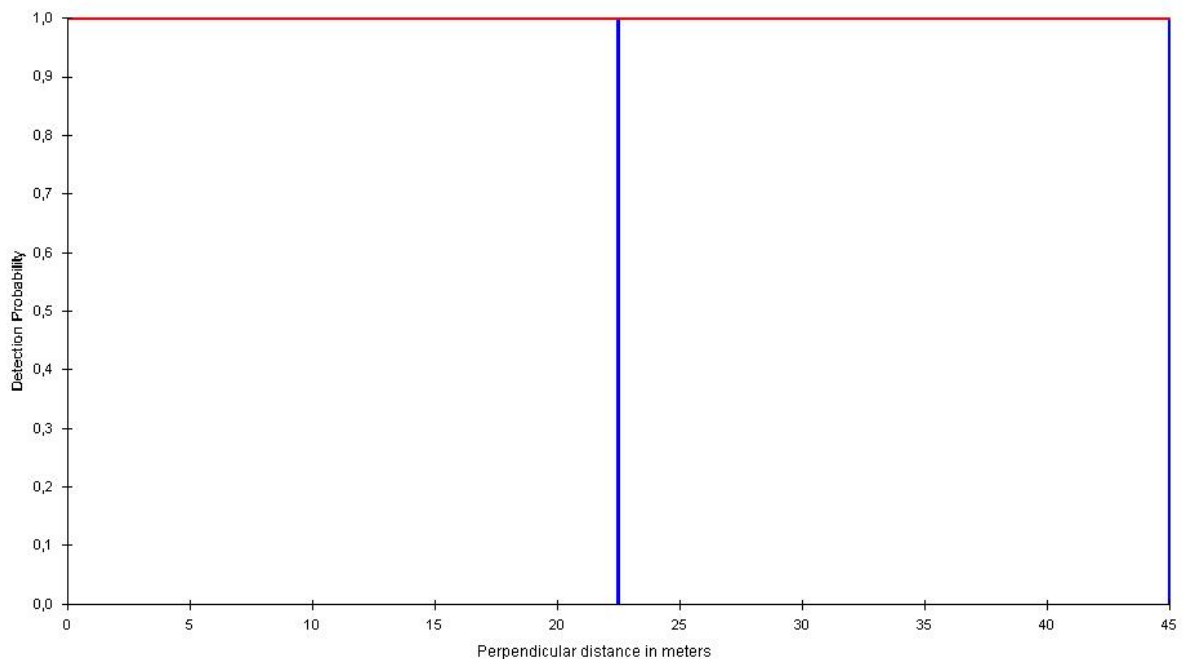




Figura 12 - Gráfico de probabilidade de detecção de híbridos de *Callithrix* no PARNASO, Teresópolis, RJ.

Tabela 3: Modelos estatísticos com respectivo valor de AIC.

<b>Modelo</b>	<b><i>Callithrix aurita</i></b>	<b>Híbridos de <i>Callithrix</i></b>
Conventional Distance Sampling	79.595306	32.453518
Multiple Covariate Distance Sampling	79.577950	32.453300

A densidade populacional estimada foi de 1,42 indivíduos / km<sup>2</sup> para *C. aurita* e de 0,56 indivíduos / km<sup>2</sup> para híbridos de *Callithrix*. O tamanho dos grupos de *C. aurita* encontrados na área de estudo variou de dois a cinco indivíduos, com uma média de 3,54 indivíduos / grupo. Para os grupos mistos ou com híbridos, o tamanho dos grupos não variou (sete indivíduos), com uma média de sete indivíduos / grupo.

A densidade populacional estimada para *C. aurita* neste estudo foi menor do que os valores encontrados na literatura. São Bernardo & Galetti (2004) chegaram a uma densidade de 3,5 indivíduos / km<sup>2</sup>; Rylands *et al.* (1993), citando Torres de Assumpção (1983), estimaram uma densidade de 15 indivíduos / km<sup>2</sup> e Corrêa (1995) estimou uma densidade aproximada de 19 indivíduos / km<sup>2</sup>.

O tamanho dos grupos de *C. aurita* concorda com os dados obtidos em trabalhos anteriores (Muskin, 1983; Torres de Assumpção, 1983, *apud* Rylands *et al.*, 1993; Coimbra-Filho, 1991; Stallings & Robinson, 1991, *apud* Coutinho, 1996), à exceção de Corrêa *et al.* (2000), que observaram grupos maiores, de 6 a 11 indivíduos.

Comparando os grupos estudados, tanto os valores de abundância quanto os de densidade populacional de *C. aurita* são superiores aos encontrados para os híbridos de *Callithrix*, mas a densidade populacional é inferior quando comparada com estudos anteriores, podendo ser reflexo de alta pressão de predação (Corrêa & Coutinho, 1997; São Bernardo & Galetti, 2004). O tamanho dos grupos está dentro do esperado para *C. aurita*; em contrapartida, os grupos mistos ou formados apenas por híbridos na área de estudo possuem mais indivíduos.

Primatas são importantes indicadores para as florestas tropicais como componente fundamental de estratégias para a conservação da biodiversidade (Oliveira *et al.*, 2003). Populações de *C. aurita* não foram encontradas nas áreas do PARNASO situadas nos municípios de Magé, Guapimirim e Teresópolis (à exceção do grupo misto encontrado em Teresópolis, com apenas um exemplar da espécie *C. aurita*). Isso evidencia que a espécie ainda deverá constar na Lista Oficial de espécies ameaçadas de extinção do Estado do Rio de Janeiro e do Brasil (Bergallo *et al.*, 2000; Melo & Rylands, 2008) e, provavelmente, mudar para uma categoria maior de ameaça.

*Callithrix aurita* parece estar bem preservada apenas na área do PARNASO correspondente ao trecho situado na cidade de Petrópolis – o que confirma a importância da conservação destas áreas para manter a viabilidade destas populações em médio e longo prazo (Passamani, 2008). Entretanto, a região sofre com a ameaça de sagüis invasores na área urbana mais próxima das imediações do parque em Petrópolis. Estes podem, por dispersão ou introdução antrópica, chegar até as imediações do PARNASO, podendo iniciar um processo de hibridação como o ocorrido em Teresópolis, com consequências similares.

## **5- ANÁLISE CITOGENÉTICA E MOLECULAR DE HÍBRIDOS DE *Callithrix* NO PARQUE NACIONAL DA SERRA DOS ÓRGÃOS**

## 5.1- Introdução:

### 5.1.1- Análise genética e sua importância para a conservação:

A base da diversidade biológica é a variabilidade genética; seu estudo expressa as diferenças existentes entre as populações das diversas espécies, representando atualmente uma ferramenta essencial para a conservação que, combinada com estudos de ecologia e sistemática, auxilia no entendimento da sustentabilidade das espécies, bem como das populações que as constituem (Fagundes, 2005).

A Biologia da Conservação, desenvolvida em resposta à crise pela qual a biodiversidade passa atualmente, utiliza um grande número de disciplinas das áreas de ciências naturais e sociais (Perez-Sweeney *et al.*, 2003). Dentre essas, a genética tem um papel diversificado, não sendo limitado apenas à identificação e mitigação das consequências da endogamia e da exogamia (Perez-Sweeney *et al.*, 2003). Em combinação com outras disciplinas, como a ecologia e a biologia de populações, a genética está se tornando uma ferramenta importante na determinação do que conservar, onde focalizar os esforços de conservação e como conservar a diversidade genética nas populações com o objetivo de manter o seu potencial evolutivo e, conseqüentemente, da espécie (Gagneux *et al.*, 1997; Williams-Blangero *et al.*, 2002; Perez-Sweeney *et al.*, 2003).

A genética é utilizada de modo particular na conservação para melhor caracterizar a biodiversidade das populações biológicas que sofreram impacto antrópico (Solé-Cava, 2001), principalmente por fragmentação florestal. Deste modo, a população original é dividida em diversas pequenas subpopulações, que contêm apenas parte da variabilidade genética da população original (Meffe, 1987). Se essas subpopulações estiverem totalmente isoladas entre si, não ocorrendo fluxo gênico, tornam-se sujeitas aos efeitos de endocruzamentos e deriva genética, diminuindo ainda mais a variabilidade genética, e podendo ser extintas (Primack & Rodrigues, 2001; Valladares-Padua *et al.*, 2003).

Neste contexto, a associação de dados oriundos da genética molecular e da citogenética pode contribuir de maneira significativa no fornecimento de subsídios para propostas de implantação de áreas de reprodução, manejo, conservação e estudos de sistemática evolutiva, permitindo o desenvolvimento de novas possibilidades de geração de marcadores para estudo de diversidade, comparação de espécies e outros grupos taxonômicos (Rieger *et al.*, 2006).

Uma preocupação crescente dentro da conservação da biodiversidade é a hibridação (Mendes, 1997a; Allendorf *et al.*, 2001; Primack & Rodrigues, 2001;

Matthews & Brand, 2005; Moura-Britto & Patrocínio, 2006; Vellend *et al.*, 2007; Fox, 2008; Petenon & Pivello, 2008). A hibridação pode ser definida como o cruzamento entre indivíduos diferentes, em geral membros de espécies distintas. A hibridação ocorre devido a uma falha nos mecanismos de isolamento que permite o cruzamento de indivíduos que diferem genética e taxonomicamente (Mayr, 1977).

Os híbridos não diferem apenas morfológicamente dos indivíduos das espécies paternas, mas também em fertilidade e viabilidade. No entanto, a redução da fertilidade não está necessariamente correlacionada com a redução de viabilidade (Mayr, 1977).

Este cruzamento pode resultar no desaparecimento de espécies puras ou na perda de possibilidade de formação de novas linhagens dentro das espécies (Cortés-Ortiz *et al.*, 2007). A hibridação entre espécies introduzidas e espécies nativas pode causar problemas para a conservação (Mallet, 2005), como demonstrado no caso do sagüi *Callithrix aurita*, ameaçado de extinção também pela hibridação com espécies invasoras (Stallings & Robinson, 1991, *apud* Coutinho, 1996; Coimbra-Filho *et al.*, 1993; Mendes, 1997a; Pereira, 2006; Melo & Rylands, 2008). A invasão de espécies exóticas (com o agravante da hibridação) é considerada uma das maiores ameaças aos primatas neotropicais (Rylands *et al.*, 1993a; Bicca-Marques *et al.*, 2006; Pissinatti & Silva, 2009). Populações introduzidas de espécies como *C. jacchus* e *C. penicillata* em áreas de ocorrência de outros calitriquídeos são motivo de preocupação, dentre outras coisas, pela possibilidade de hibridação com congêneres nativos (Bicca-Marques *et al.*, 2006).

#### 5.1.2- Análise citogenética:

A determinação das características cromossômicas representa uma importante ferramenta para planos de conservação *in situ* e *ex situ*, sendo também capaz de prover valiosas informações sobre a filogenia de espécies dentro de um grupo. Sua utilização tem contribuído para que se entenda o papel dos rearranjos cromossômicos na especiação. Ademais, tem trazido esclarecimentos acerca da diferenciação dos cromossomos sexuais; tem auxiliado na identificação e caracterização de espécies

consideradas crípticas e possibilita a identificação do sexo em espécies que não apresentam dimorfismo sexual (Santos & Gunski, 2006)

Estudos citogenéticos são necessários para a conservação de animais selvagens, em vida livre ou em cativeiro (Nagamachi & Ferrari, 1984; Benirschke & Kumamoto, 1991; Williams-Blangero *et al.*, 2002). Pela análise citogenética, pode-se precisar a identificação taxonômica dos animais avaliados, bem como promover a orientação de acasalamentos, prevenindo assim a formação de híbridos que podem levar as espécies à extinção (Benirschke & Kumamoto, 1991; Williams-Blangero *et al.*, 2002).

Os métodos de análise filogenética têm sido utilizados como ferramentas para a sistemática dos organismos (Schneider, 2003), possibilitando, com isso, a determinação de correlação entre diferentes espécies. As diferenças existentes entre os cariótipos de diferentes espécies e aquelas entre indivíduos de mesma espécie (polimorfismo cromossômico) são decorrentes de rearranjos cromossômicos que ocorreram em ancestrais comuns remotos ou mais recentes. Assim a citogenética apresenta importância nos estudos evolutivos, já que pode auxiliar na elucidação de problemas de relação entre espécies, principalmente onde a morfologia não apresenta conclusões significativas (Almeida *et al.*, 2001a).

### 5.1.3- Análise molecular (marcadores moleculares):

A genética molecular é uma abordagem que tem sido cada vez mais empregada na classificação taxonômica, e auxilia na avaliação da biodiversidade e na tomada de decisão relativa a prioridade de conservação para diversos *taxa* (Tagliaro *et al.*, 2000). O reconhecimento de grupos que exibem uma diferenciação evolutiva muito pequena e que são filogeneticamente distintos permite um direcionamento no esforço de conservação para proteger o máximo de diversidade biológica, dando prioridade aos táxons que sofrem maior risco de extinção (Tagliaro *et al.*, 2000). O uso de marcadores moleculares em estudos de conservação é recente, mas tem se tornado uma metodologia freqüente nesta área (Fagundes, 2005; Andrade, 2006).

As metas de conservação em longo prazo são evitar a endogamia em espécies que não são naturalmente endogâmicas e permitir a elas manter o maior potencial evolutivo possível (manter sua alta diversidade genética), independente de sua fragmentação atual. Isso é possível realizando a análise genética das populações, incluindo a identificação da sua estrutura genética e dos fatores que as afetam, como tamanho efetivo da população, fluxo gênico e sistemas de acasalamento (Perez-Sweeney *et al.*, 2003; Fagundes, 2005).

São vários os fatores que alteram a variabilidade genética: alguns estão associados ao seu aumento (mutação e fluxo gênico) e outros à sua diminuição (endocruzamento, reduções populacionais drásticas, subestruturação populacional e seleção) (Fagundes, 2005; Inglês, 2006). Existem diversas formas de avaliar e mensurar a variabilidade genética nas populações; a mais utilizada é

a distribuição de alelos de marcadores genéticos, como o polimorfismo de proteínas, as variações no DNA – tanto nuclear como extranuclear – a composição e estruturação dos genomas, além de algumas características fenotípicas (Inglêz, 2006).

A Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) foi concebida no início da década de 80, mas foi utilizada de forma rotineira somente a partir da década de 90 (Rieger *et al.*, 2006). A técnica de PCR consiste em uma seqüência alternada de três passos: 1) separação das fitas do DNA molde por desnaturação; 2) o anelamento dos iniciadores (ou *primers*) específicos às suas seqüências complementares no DNA desnaturado; 3) e, finalmente, a extensão das fitas de DNA a partir dos iniciadores (Ruiter, 2004; Rieger *et al.*, 2006). Para amplificar o fragmento de DNA de forma específica, são utilizados iniciadores, que são oligonucleotídeos de aproximadamente 20 nucleotídeos, para anelar de forma precisa nas extremidades das fitas complementares do DNA em sentidos antiparalelos. Os iniciadores são então estendidos pela DNA polimerase, que copia a seqüência da fita complementar, produzindo novas fitas de DNA. Os iniciadores são necessários não somente para delimitar o fragmento a ser amplificado, mas também porque a DNA polimerase não consegue iniciar uma nova cadeia de DNA, mas somente estendê-la (Ruiter, 2004; Rieger *et al.*, 2006). Esta característica confere especificidade à amplificação do fragmento de DNA, evitando que outras seqüências sejam também amplificadas. Como as DNA polimerases comuns não resistem à variação de temperatura, é utilizada a Taq DNA polimerase, produzida pela bactéria *Thermus aquaticus*, adaptada a viver normalmente na água fervente de determinadas formações geológicas; por isso, sua DNA polimerase é altamente resistente à temperatura (Rieger *et al.*, 2006). Finalmente os produtos da PCR são visualizados num gel de agarose ou poliacrilamida após eletroforese. Esta visualização é possível com o auxílio do brometo de etídio que, quando presente no gel, se interpõe entre as duas fitas do DNA e se torna avermelhado na presença de luz ultravioleta (Rieger *et al.*, 2006).

Dentre os marcadores genéticos empregados, destacam-se os microssatélites (Ruiter, 2004; Inglêz, 2006). O DNA genômico apresenta regiões de cópia única e outras com níveis variáveis de repetições. Estas repetições podem ser longas (satélites), curtas (minissatélites) ou muito curtas (microssatélites). Os microssatélites, também chamados SSRP (*Simple Sequence Repeat Polymorphisms*) ou STMS (*Sequence Tagged Microsatellite Sites*), são seqüências repetidas de um, dois, três ou quatro nucleotídeos e que estão espalhadas pelo genoma de um indivíduo. São altamente polimórficos em plantas, animais e microrganismos. Assim, cada região genômica que contenha um determinado número de repetições de uma destas seqüências constitui-se num loco genético, altamente variável entre indivíduos e multialélico (Ferreira e Grattapaglia, 1996). Comparativamente aos RFLPs (*Restriction Fragment Length Polymorphisms* ou polimorfismos de tamanho de fragmentos de restrição), os microssatélites proporcionam 3 a 4 vezes mais polimorfismo ou informação. Entretanto, para o uso rotineiro dos microssatélites, há a necessidade de primeiro amplificar uma região por PCR, determinar a seqüência de nucleotídeos e em seguida, sintetizar os iniciadores específicos para cada loco. Uma vez feito isto, o loco marcador pode ser utilizado indefinidamente na espécie. O mapeamento genético e a caracterização de variedades, para fins de proteção e de

conservação de várias espécies, está sendo feito com o uso dos marcadores microssatélites (Rieger *et al.*, 2006).

Os microssatélites são mais apropriados para estudos que envolvem estimativa de tamanho populacional efetivo, detecção e datação de gargalos genéticos, detecção de ocorrência de seleção, migração e fluxo gênico, identificação individual e rastreamento, estrutura e história populacional, filogeografia, identificação de populações fontes para recuperação de espécies ameaçadas, introgressão, status taxonômico, locais e populações para reintrodução, sistemas de acasalamento, análise de paternidade, hibridação (Ohnishi *et al.*, 1998; Perez-Sweeney *et al.*, 2003; Ruitter, 2004; Fagundes, 2005; Andrade, 2006).

Outras técnicas particularmente úteis para a investigação das relações familiares, buscando traçar a história de uma população ou de uma espécie, são a análise do DNA mitocondrial (herdado da linhagem materna) e a dos polimorfismos nos genes do cromossomo Y (herdado da linhagem paterna) (Ruitter, 2004).

Entretanto, nem sempre a história evolutiva da sequência de DNA mitocondrial estudada reflete a história evolutiva da espécie (Jacques, 2005). Fatores como a hibridação entre espécies e introgressão, retenção de polimorfismos ancestrais e inserções nucleares de genes mitocondriais podem resultar em árvores filogenéticas baseadas em seqüências de DNA mitocondrial que não refletem a história evolutiva do grupo estudado (Jacques, 2005).

#### 5.1.4- O gênero *Callithrix*:

A sistemática dos primatas do Novo Mundo tem sido objeto de intenso debate durante os últimos 40 anos (Rylands *et al.*, 2000; Schneider, 2000). As espécies do gênero *Callithrix* eram divididas em dois grupos (Hershkovitz, 1977): o grupo *jacchus*, englobando as espécies da região oriental brasileira, nos biomas Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga; e o grupo *argentata*, formado por espécies que ocorrem na Amazônia brasileira. Análises filogenéticas da família Callitrichidae realizadas por Tagliaro *et al.* (1997) mostraram, através dos dados gerados pela análise de seqüências do DNA mitocondrial, que existe suporte molecular para uma divisão entre as espécies da região amazônica e as da Mata Atlântica. Até o ano 2000, as espécies que atualmente compõem o gênero *Mico* pertenciam ao gênero *Callithrix*. Estudos filogenéticos indicaram que o grupo *argentata* é mais próximo do gênero *Cebuella* do que do grupo *jacchus* e, por isso, o grupo *argentata* foi elevado a gênero - *Mico* (Rylands *et al.*, 2000; Bicca-Marques *et al.*, 2006).

Diversos autores consideram as espécies do grupo *jacchus* – *Callithrix jacchus*, *C. penicillata*, *C. aurita*, *C. flaviceps*, *C. geoffroyi*, *C. kuhlii* – como espécies distintas (Coimbra-Filho, 1971; Coimbra-Filho, 1983a; Natori, 1986; Stevenson & Rylands, 1988; Coimbra-Filho, 1990, 1993; Rylands *et al.*, 1993; Natori, 1994; Marroig, 1995; Mendes, 1997b; Melo, 1999; Rylands *et al.*, 2000; Marroig *et al.*, 2004; Grelle & Cerqueira, 2006).

Coimbra-Filho (1971, 1978) reconhece que cada uma das formas do gênero *Callithrix* possui um padrão de uniformidade e de delimitação das suas populações naturais, não observando intergradação entre as espécies e desconhecendo casos de hibridação natural, além de não ter observado indivíduos com características dúbias, ou seja, de tipos semelhantes aos padrões híbridos obtidos em cativeiro. Mesmo que fosse encontrado na natureza um ou outro indivíduo híbrido, isso não representaria maior significado no contexto populacional onde se processaria a hibridação, pois qualquer híbrido desse tipo seria absorvido geneticamente por uma das populações caracterizadas (Coimbra-Filho, 1978). Mesmo que, excepcionalmente, um ou outro caso de hibridação natural tenha lugar em zonas de sobreposição, o número desses espécimes seria desprezível – a verdadeira intergradação é condicionada à existência de número razoável de híbridos naturais, que se apresentariam num gradiente fenotípico, cujos padrões tenderiam para cada uma das populações, conforme sua proximidade (Coimbra-Filho, 1978).

Para Coimbra-Filho (1991), existe afinidade filogenética entre *C. aurita* e *C. flaviceps*. Mendes (1997b) destaca que, de fato, há estreita relação filogenética entre as duas espécies, que possuem distinto padrão de vocalização e distribuições geográficas não sobrepostas e parapátricas, como as demais espécies do grupo (Grelle & Cerqueira, 2006). Natori (1986; 1994), que estudou a estrutura dental e a variação craniométrica de várias espécies do gênero, afirma que todos os sagüis do gênero *Callithrix* da região oriental brasileira podem ser considerados espécies válidas. Para Marroig (1995) e Marroig *et al.* (2004), a polêmica sobre as espécies de *Callithrix* da região oriental brasileira deve ser encerrada, pois tratam-se de espécies boas, pelo menos até que novos fatos sobre a existência e dinâmica de possíveis zonas de hibridação sejam conhecidas.

A análise genética em primatas contribui para uma melhor compreensão tanto do comportamento social quanto do seu processo evolutivo (Ruiter, 2004). No entanto, estudos citogenéticos e de genética molecular têm sido inconclusivos no debate acerca do status taxonômico do grupo *jacchus* (Rylands *et al.*, 2000).

A caracterização do cariótipo da família Callitrichidae tem sido realizada por diversos autores. Embora numerosos, estes trabalhos não explicam as relações filogenéticas entre os *taxa* (Nagamachi *et al.*, 1999). Nagamashi *et al.* (1997) concluíram que as cinco espécies estudadas de *Callithrix* do grupo *jacchus* (à exceção de *C. flaviceps*) são extremamente homogêneas quanto aos cariótipos, exceto pelo tamanho e morfologia do cromossomo Y (Figura 13).



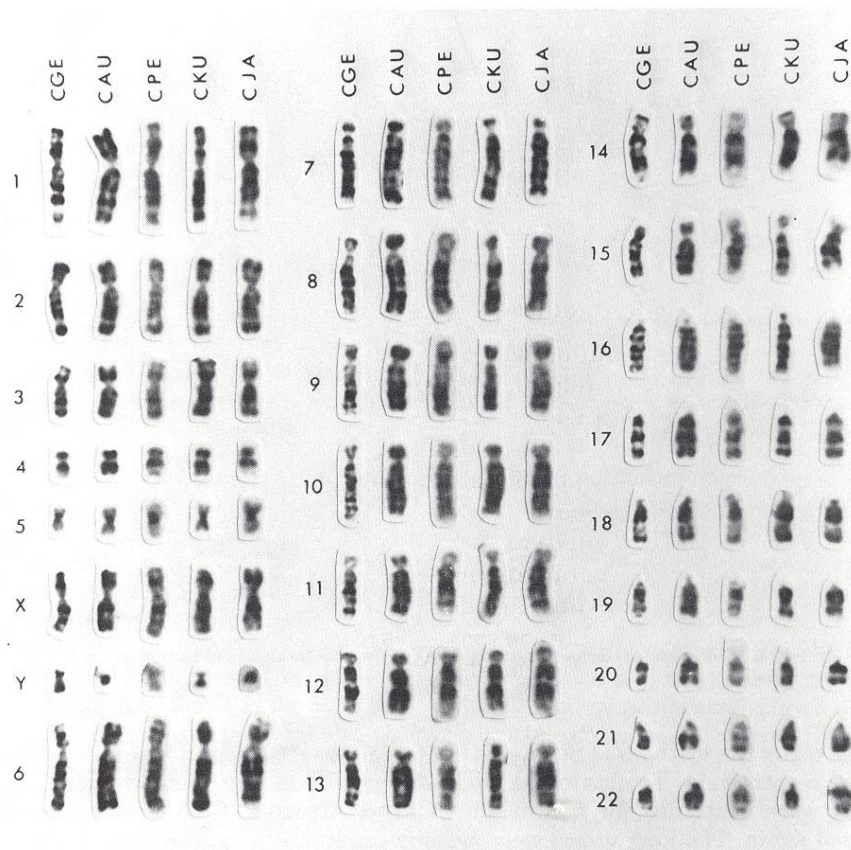


Figura 13 - Comparação do padrão de bandas G das cinco espécies de *Callithrix* (CGE, *Callithrix geoffroyi*; CAU, *C. aurita*; CPE, *C. penicillata*; CKU, *C. kuhlii*; CJA, *C. jacchus*). Cada par de cromossomos está representado por um dos homólogos. (Retirado de Nagamashi *et al.*, 1997).

As análises moleculares também demonstram que a divergência genética no grupo *jacchus* é pequena (Tagliaro *et al.*, 1997; Schneider, 2000). No entanto, Moreira (2002) encontrou uma diferença no gene SRY que pode representar um possível marcador para a espécie *C. aurita*. O gene SRY (região determinante do sexo masculino), presente no cromossomo dos machos, organiza a gônada em desenvolvimento, que se torna um testículo em vez de um ovário (Hickman *et al.*, 2004). A determinação do sexo nos mamíferos depende da presença (nos machos) ou ausência (nas fêmeas) do gene SRY que está localizado no cromossomo Y (Sinclair *et al.*, 1990, *apud* Moreira, 2002). Amplificando 850 pares de base do gene SRY, foi revelada uma deleção de nove pares de base em *C. aurita*, diferente de todas as outras espécies deste grupo, à exceção de *C. flaviceps* (ainda não estudado, nem por citogenética, nem por análise molecular).

De acordo com Schneider (2000), a pequena divergência genética entre espécies do gênero *Callithrix* sugere que a especiação neste grupo é um evento muito recente. As análises realizadas evidenciam uma clara distinção de *C. aurita*, sendo esta a espécie do grupo que se separou mais cedo (Tagliaro *et al.*, 1997; Schneider, 2000; Sena *et al.*, 2002). As outras espécies possuem maior semelhança, não sendo possível para estes autores uma distinção clara entre as mesmas.

Por muito tempo, não se evidenciou qualquer forma de hibridação - natural ou artificial - entre as espécies do gênero *Callithrix* (Coimbra-Filho, 1970, 1971, 1972; Coimbra-Filho & Maia, 1976; Coimbra-Filho, 1978). Nos últimos anos, foram relatados casos de hibridação entre *C. aurita* e *C. penicillata* nos Estados de São Paulo (Mendes, 1997a), Minas Gerais (Stallings & Robinson, 1991, *apud* Coutinho, 1996; Melo & Rylands, 2008) e Rio de Janeiro (Pereira, 2006). As listas de espécies ameaçadas de extinção citam a hibridação, juntamente com a destruição de habitat, como uma das maiores ameaças à conservação de *C. aurita* (Bergallo *et al.*, 2000; Melo & Rylands, 2008; Rylands *et al.*, 2008). No entanto, a comprovação genética da espécie paterna, envolvida no inter cruzamento em populações cujos indivíduos foram considerados híbridos de acordo com a pelagem, só foi concretizada recentemente. As análises, citogenética e molecular, confirmaram a paternidade por um macho de *C. aurita* em outros três machos híbridos capturados em Guapimirim, RJ, em 2004 (Oliveira *et al.*, 2010; Nogueira *et al.*, no prelo). Aparentemente, estes casos estão associados à interferência antrópica, com introduções relativamente freqüentes e recorrentes nas áreas (Pereira, 2006; Melo & Rylands, 2008).

No presente trabalho, as características morfológicas dos indivíduos capturados no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO) sugerem um caso de hibridação entre *C. aurita* e, possivelmente, *C. penicillata*, que é a espécie invasora que ocorre no local. Desse modo, pela análise citogenética do cromossomo Y, os machos teriam o cromossomo Y diminuto e acrocêntrico como *C. aurita*, ou pequeno e submetacêntrico como *C. penicillata*. Pela análise molecular do gene SRY dos machos capturados, a presença ou ausência da deleção de nove pares de base, identificada por Moreira (2002), também pode indicar a espécie paterna envolvida na hibridação natural. Sendo assim, as análises citogenética e molecular foram utilizadas neste trabalho com os objetivos de estudar o cariótipo e identificar a morfologia do cromossomo Y nos machos capturados; e identificar a presença ou ausência da deleção de nove pares de base no gene SRY dos indivíduos estudados, visando identificar a espécie paterna envolvida na hibridação natural.

## **5.2- Material e métodos:**

### **5.2.1- Animais estudados:**

Foram estudados três machos híbridos, capturados (Figuras 14 e 15) no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, município de Teresópolis, RJ, e mantidos em cativeiro no CPRJ / INEA. Os machos capturados foram identificados como híbridos com base nas características fenotípicas, sendo provavelmente oriundos de cruzamentos entre *C. aurita* e *C. penicillata* (Pereira, 2006).

Seguiu-se o padrão de pelagem de *C. aurita* conforme está descrito em Auricchio (1995): dorso castanho-avermelhado-escuro, às vezes todo negro; cauda negra com finos anéis brancos; peito grisalho escuro; baixo dorso, parte ventral e pernas, negros, sem estrias, mas pontilhados de vermelho; região ao redor das orelhas e bochechas formando anel preto ao redor da face; mancha branca característica na frente; crista mediana de pêlos curtos e eriçados no ápice castanho-claro que varia de extensão; pêlos internos da orelha que formam um tufo branco ou bege como o queixo e a face (Figuras 16 e 17).



Figura 14 - Híbrido de *Callithrix* capturado no PARNASO, Teresópolis, RJ. Foto de Daniel Pereira, 2008.



Figura 15 - Grupo anestesiado de híbridos de *Callithrix* capturados no PARNASO e levados para o CPRJ / INEA. Foto de Daniel Pereira, 2009.



Figura 16 - Padrão de pelagem (dorso) de *Callithrix aurita* (indivíduos taxidermizados do CPRJ / INEA). Foto de Daniel Pereira, 2008.



Figura 17 - Padrão de pelagem (ventre) de *Callithrix aurita* (indivíduos taxidermizados do CPRJ / INEA). Foto de Daniel Pereira, 2008.

#### 5.2.2- Colheita de amostras:

Para as análises genéticas, os animais foram anestesiados com cloridrato de cetamina, na proporção de 10 mg/Kg, por via subcutânea ou intramuscular, com seringa de 0,3 ou 0,5 mL. Durante o tempo em que os animais estiveram anestesiados, foi feita a devida assepsia da região interna do quadril, onde está localizado o plexo arteriovenoso inguinal. A colheita de, pelo menos, 2 mL de sangue, foi realizada com seringa de 3 mL e agulha 13x4,5.

O sangue foi recolhido em um tubo de ensaio contendo anticoagulante (EDTA - ácido etilenodiaminotetracético) e mantido em temperatura de refrigeração até o momento da manipulação / processamento das amostras (Perez-Sweeney *et al.*, 2003). As análises genéticas foram realizadas no Laboratório de Diagnósticos por DNA, do Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes / Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), com a finalidade de confirmar geneticamente, por uso de marcadores moleculares, a hibridação entre *C. aurita* e *C. penicillata*, devido às condições encontradas na área de estudo (grupo com *C. aurita* e híbridos; indivíduo *C. penicillata* encontrado sozinho; grupo formado apenas com híbridos) (Pereira, 2006).

### 5.2.3- Análise citogenética:

Para obtenção das metáfases foi utilizada a técnica de cultura de linfócitos do sangue periférico (Moorhead *et al.*, 1960):

Oito gotas de sangue (0,4 mL) de cada animal foram semeadas em garrafas de vidro estéreis contendo 6 mL de meio de cultura RPMI 1640, 2 mL de soro fetal bovino e 0,2 mL de fitohemaglutinina.

Cada cultura permaneceu em estufa durante 72 horas a 37° C. Uma hora antes do término do tempo da incubação, adicionou-se 0,2 mL de colchicina à diluição de 0,05 microgramas por mililitro, com a finalidade de interromper o ciclo mitótico na fase de metáfase, onde os cromossomos apresentam o melhor grau de condensação para serem observados ao microscópio.

Após a incubação, as culturas foram submetidas a processos de centrifugação (a 1000 rpm por 10 minutos) e hipotonização (com solução hipotônica de KCl 0,075 M por 22 minutos), resultando em turgidez das células por absorção da solução. O material foi fixado com solução de metanol e ácido acético (3:1) e centrifugado, pelo menos, três vezes. As lâminas antecipadamente lavadas e preservadas em recipiente com água deionizada gelada receberam, sobre a fina película de água gelada, algumas gotas do material já fixado.

Para análise do número e forma dos cromossomos foi utilizada a coloração convencional com Giemsa a 3% em tampão fosfato. As melhores metáfases foram fotografadas com câmera digital ao microscópio para posterior montagem dos cariótipos, no programa Adobe Photoshop CS3, e análise dos cromossomos.

### 5.2.4- Análise molecular:

Na análise molecular dos híbridos, o DNA foi extraído de amostras de sangue provenientes dos três indivíduos capturados. A extração foi feita pela técnica de *Salting-out* (FitzSimmons *et al.*, 1995) e por fenol/clorofórmio (Sambrook *et al.*, 1989), no Laboratório de Diagnóstico por DNA (LDD) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

A opção pelo método de precipitação por acetato de amônia deveu-se ao fato de que esta técnica também proporciona DNA de excelente qualidade e, por ser menos tóxica, pode ser realizada na bancada. Para a extração do DNA, o sangue (50-

100 µl) foi colocado em tubo *ependorf* contendo 250 µl de tampão de lise (20mM EDTA, 12mM NaCl e 50 mMTris HCL pH 8,8) e 10 µl de proteinase K (10mg/ml). Os tubos foram agitados e colocados a 55°C ou 37°C por um mínimo de 4 horas. Uma vez tendo sido digerido o sangue, foram adicionados 300 µl de solução de acetato de amônia 4M a cada amostra. As amostras foram agitadas diversas vezes, em períodos regulares, durante um período de 15 minutos em temperatura ambiente.

Em seguida, foram centrifugadas por 10 minutos a 15000 rpm. O sobrenadante foi aspirado e colocado em um outro tubo *ependorf* onde foi adicionado 1 ml de etanol 100%. Após nova centrifugação e descarte do etanol, adicionou-se 1 ml de etanol 70% para lavar o pellet (precipitado). Após a centrifugação, o etanol foi descartado e os tubos foram colocados invertidos em papel por aproximadamente 30 minutos para secagem. Uma vez secos, foram adicionados 100 µl de T10E1.0 (10mM Tris 0.1 mM EDTA). A quantidade adicionada está relacionada do tamanho do *pellet*, podendo chegar a 500 µl no total. Em seguida, os frascos foram agitados para deslocar o *pellet*, que fica aderido à parede do tubo *ependorf*, e colocados em banho-maria (37 ou 65°C / 30 minutos) para completa dissolução do DNA.

Na extração de DNA por Fenol/Clorofórmio, foram adotados os seguintes procedimentos:

1- O sangue deve ser conservado em *ependorf* contendo etanol absoluto. Após retirar do tubo a quantidade de sangue necessária para a extração, remova o excesso de etanol em papel toalha. Depois, deixe o tubo com a tampa aberta para evaporar o restante do etanol contido no sangue.

2- Adicione a um *ependorf* de 1,5 mL: Tampão de digestão (500 uL de 1 x TNE; 50 uL de Tris-HCl 1 M; 24 uL de SDS 25% e 10 uL de Proteinase K 10 mg/mL) + 10 uL de sangue total.

3- Coloque em banho-maria a 37 °C durante a noite ou a 55 °C por 3 horas.

4- Adicione 500 uL de fenol/clorofórmio/iso-amil-álcool (24:23:1).

5- Agitar até que esteja completamente misturado. Uma emulsão leitosa irá se formar.

6- Centrifugar a 13000 rpm por 5 min.

7- Remover o sobrenadante para um *ependorf* de 1,5 mL identificado.

8- Adicionar 500 uL de clorofórmio. Agitar.

9- Centrifugar 13000 rpm por 5 min.

10- Remover o sobrenadante para um *ependorf* de 1,5 mL identificado.

11- Adicionar 1 mL de etanol 100%. Inverter os tubos várias vezes e o DNA aparecerá como um fio branco.

12- Centrifugar a 13000 rpm por 10 min.

13- Verter o etanol e adicionar 500 uL de etanol a 70%.

14- Inverter o tubo gentilmente procurando deslocar o *pellet*.

15- Centrifugar 13000 rpm por 5 min.

16- Verter o etanol e manter o tubo de cabeça para baixo em papel toalha.

17- Quando estiver completamente seco, adicionar 200 uL de água Milli-Q ou TE 1x.

18- Dissolver o DNA a 37°C. Antes de prosseguir, é importante que o DNA esteja completamente dissolvido.

A quantificação e a qualidade do DNA extraído pela técnica de *Salting-out* foram avaliadas em gel de agarose 0,8% e as amostras foram quantificadas em Fluorímetro (Genequant).

A extração de DNA apresentou (Da1) 49ng/μL, (Da2) 26 ng/μL e (Da3) 36 ng/μL. Após a quantificação, as amostras foram diluídas para a concentração de 10 ng/μl.

A quantificação e a qualidade do DNA foram avaliadas em gel de agarose a 0,8%:

1- Foi preparado um gel de agarose 0,8% (250ml de 0,5 TBE e 2g de agarose) em um *erlenmeyer* de 500 ml. O gel foi aquecido em forno de microondas (tomando cuidado para não super aquecer) por aproximadamente 4 min. Foram adicionados 9μl de brometo de etídio (1mg/ml) ao gel e este foi resfriado em água corrente.

2- O gel foi vertido na bandeja preparada, deixando-o secar por aproximadamente 30 minutos.

3- Após o período de secagem os pentes foram removidos e a bandeja foi colocada em tanque de eletroforese contendo tampão 0,5 TBE.

4- Foram adicionados 1 μl de amostra de DNA a 2 μl de tampão de corrida (azul de bromofenol 1X).

5- Ao último poço foi adicionado 0,5 ng de DNA Lambda padrão.

6- As amostras foram aplicadas no gel a uma voltagem de 75 Volts por 2h.

7- A concentração das amostras após quantificação foi ajustada para 10 ng/μl.

Usando a sequência depositada no GENBANK (Moreira, 2002) para *Callithrix jacchus* (idêntica à de *C. penicillata*) foi desenhado um novo conjunto de *primers*



usando o programa PRIMER 3, para amplificação de um fragmento menor, que evidenciasse apenas a região que incluía a deleção em *C. aurita*.

Um conjunto de primers foi desenvolvido usando a sequência de 850 pb do gene SRY depositada por Moreira (2002) no GENBANK (LOCUS AF338379). Foi utilizado o *primer* direito 5'-ATGTCCGGTACGTGTCTCTC -3' e o *primer* reverso 5'-CTAGCGGGTGTTCATTGTT-3' para amplificar um produto de aproximadamente 200pb, incluindo a região polimórfica com a deleção de nove pares de base em *C. aurita*.

As reações de PCR consistiram de 25 ng de DNA, 2µM de cada *primer*, 1U de Taq DNA platinum (Invitrogen), 1x Tampão Platinum (20mM Tris-HCl, 50mM KCl), 1,5mM MgCl<sub>2</sub>, 0,2mM dNTPs em um volume total de 25 µl. Os ciclos de temperatura da PCR foram inicialmente 94 °C por 5 minutos, seguido por 30 ciclos de 94°C por 1 minuto, 55 °C por 1 minuto e 72 °C por 1 minuto, com um período de extensão final de 72 °C por 5 minutos. Os produtos de PCR foram visualizados em gel desnaturante de poliacrilamida a 6%, corado por prata. Todas as amostras foram seqüenciadas na empresa Macrogen, localizada na Coreia do Sul.

O alinhamento das sequências foi feito pelo método CLUSTAL V usando o programa DNASTar / Lasergene.

### **5.3- Resultados e Discussão:**

Foram obtidas 205 metáfases dos três animais estudados. Desse total, 120 (~60%) consideradas de boa qualidade para montagem do cariótipo. Os três híbridos estudados apresentaram um cromossomo Y diminuto e acrocêntrico semelhante ao de *C. aurita* e diferente de *C. jacchus* e *C. penicillata* (Figuras 18 a 20).



Figura 18 - Cariótipo do macho híbrido de *Callithrix* Da1, evidenciando a morfologia do cromossomo Y. Foto de Denise Nogueira, 2010.

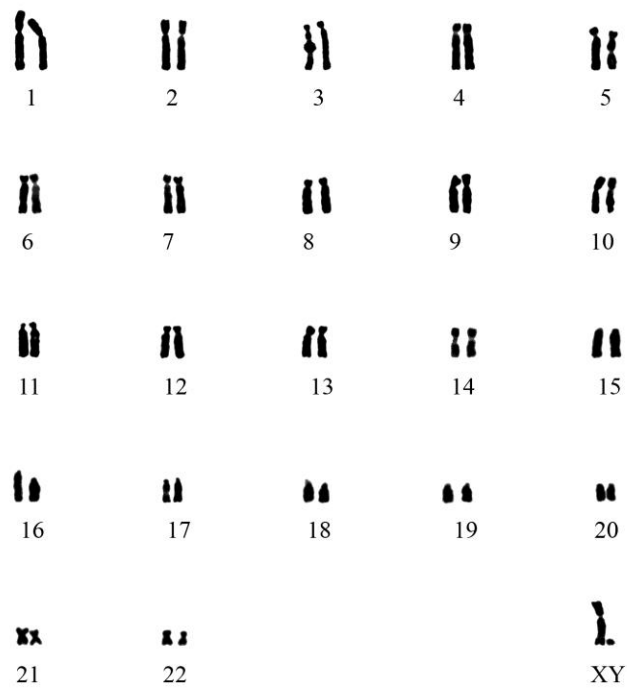
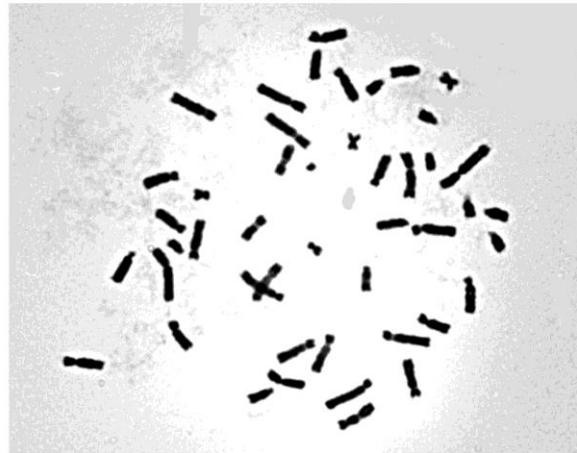


Figura 19 - Cariótipo do macho híbrido de *Callithrix* Da2, evidenciando a morfologia do cromossomo Y. Foto de Denise Nogueira, 2010.

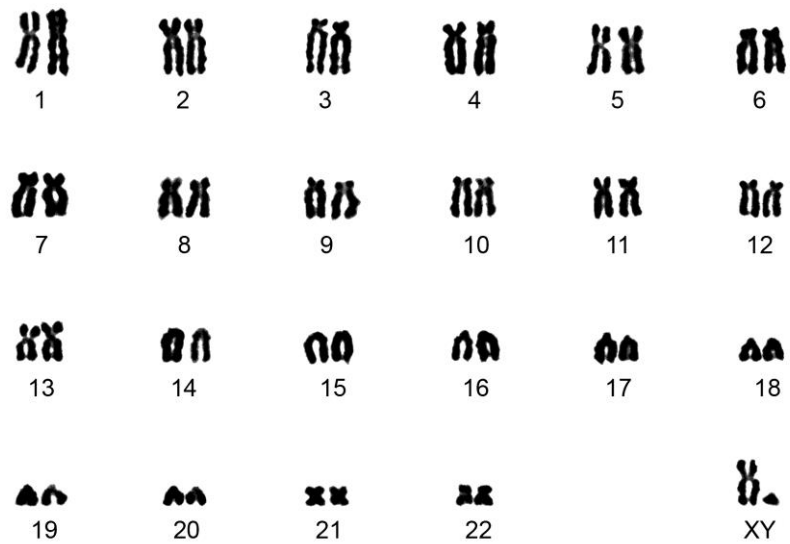
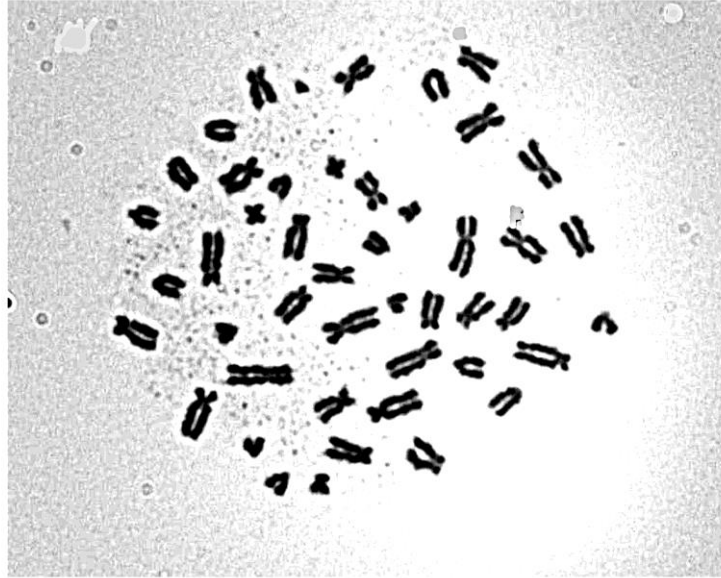


Figura 20 - Cariótipo do macho híbrido de *Callithrix* Da3, evidenciando a morfologia do cromossomo Y. Foto de Denise Nogueira, 2010.

Na análise molecular, os *primers* usados amplificaram fragmentos de aproximadamente 200 pb em *C. penicillata* e *C. jacchus*, e um fragmento um pouco menor no macho puro de *C. aurita* e nos híbridos. O seqüenciamento desses fragmentos revelou que a diferença observada foi resultante da deleção de nove pares de base descrita por Moreira (2002) para *C. aurita*, observada também nos híbridos (Figura 21). O fragmento amplificado por PCR tinha, portanto, 207 pares de base em *C. penicillata* e *C. jacchus*, e 198 pb em *C. aurita* e nos híbridos.

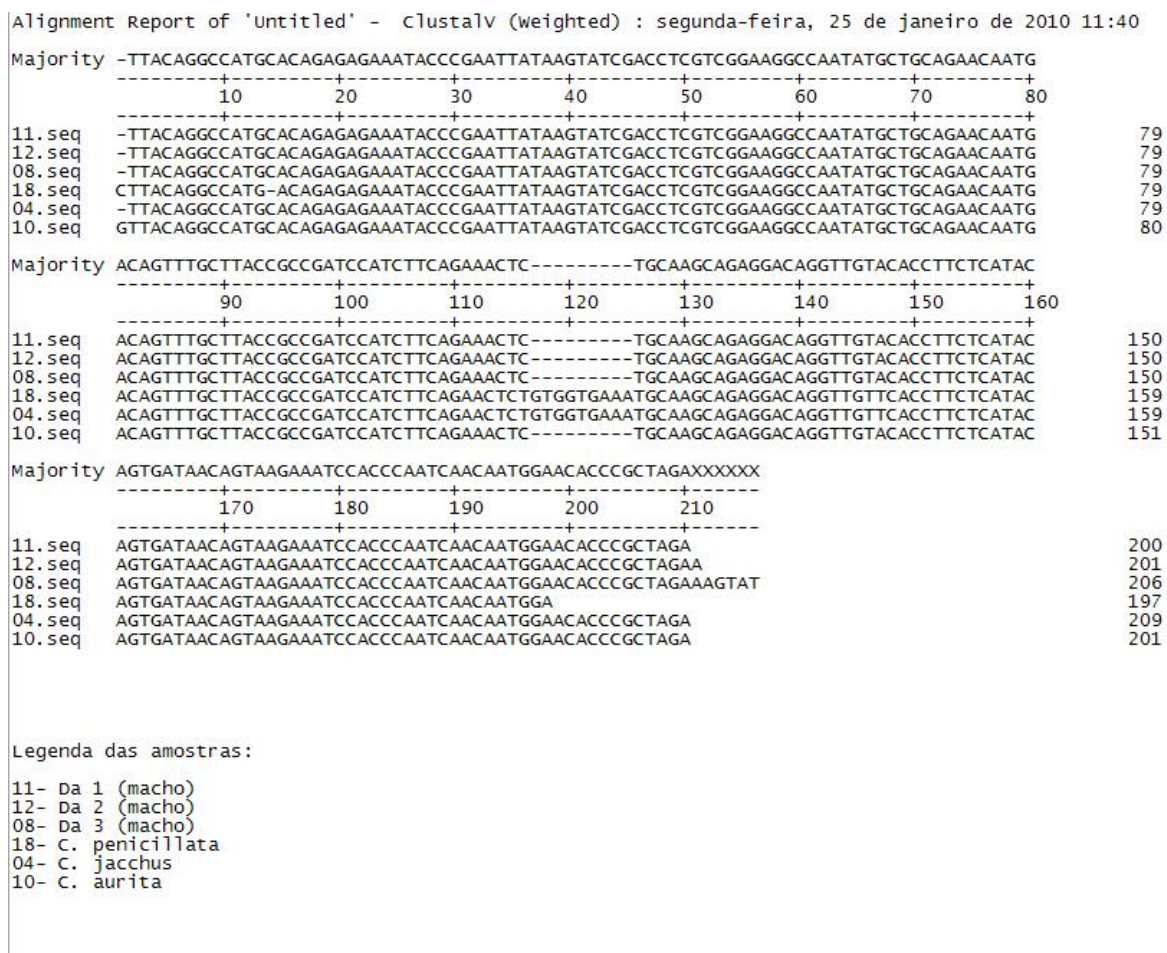


Figura 21 - Alinhamento das seqüências dos fragmentos de, aproximadamente, 200 pares de base (pb) do gene SRY, pelo método Clustal V. Foi evidenciada a deleção de 9 pares de base entre os nucleotídeos 117 e 125, nos indivíduos identificados com os números 11, 12, 08 e 10, respectivamente, os três machos híbridos (Da1, Da2 e Da3) e o macho puro *Callithrix aurita*.

Os resultados obtidos – presença de um cromossomo Y semelhante ao de *C. aurita* e a identificação da deleção de nove pares de base na seqüência do gene SRY dos híbridos – somados às observações de campo e aos registros na literatura

(Stevenson e Rylands, 1988; Coimbra-Filho, 1990; Rylands, 1994a,b; Auricchio, 1995; Brandão e Develey, 1998; Cerqueira *et al.*, 1998; Ruiz-Miranda *et al.*, 2000; Rylands & Chiarello 2003; Codenotti & Silva, 2004; Rocha *et al.* 2004; Paula *et al.*, 2005; Passos *et al.*, 2006; Bovendorp & Galetti, 2007; Cunha, 2007), indicam que os indivíduos estudados foram gerados pelo acasalamento de um macho *C. aurita* com uma fêmea, provavelmente, de *C. penicillata*, por ser a outra espécie observada no local (Pereira, 2006).

Esse resultado coincide com a identificação da paternidade por machos de *C. aurita* em indivíduos capturados em Guapimirim, próximo a área do presente estudo, no ano de 2004 (Oliveira *et al.*, 2010; Nogueira *et al.*, no prelo). Embora seja pequeno o número de indivíduos estudados até o momento, a ocorrência nos seis casos (incluindo os do presente estudo) de hibridação por um macho de *C. aurita* mantém, em diferentes épocas e localidades, a mesma direção de intercruzamento. Ainda que os aspectos reprodutivos e sociais de *C. aurita* tenham sido pouco estudados, a poliginia foi observada como sistema de acasalamento para a espécie (Coutinho e Corrêa, 1995). Devido à redução do número de indivíduos, a hibridação pode representar uma estratégia alternativa de acasalamento, como forma de permitir a permanência desses genes na população. Do contrário, a ausência de parceiros da mesma espécie seria um fator decisivo para a extinção desse material genético. A viabilidade dos híbridos pode representar um problema a mais para *C. aurita*, por conta do vigor híbrido, além da presença das espécies invasoras, *C. jacchus* e *C. penicillata* (Oliveira *et al.*, 2010; Nogueira *et al.*, no prelo).

O sistema de acasalamento entre calitriquídeos parece ser flexível – a frequência com que determinados sistemas ocorrem pode variar entre as espécies e mesmo entre os grupos (Coutinho, 1996; Farias, 2002; Castro & Araújo, 2004). Estudos com *C. jacchus* em cativeiro demonstram que o sistema de acasalamento dentro do grupo é normalmente monogâmico, mas estudos de campo têm indicado que os sagüis não são necessariamente monogâmicos sob condições naturais, podendo ocorrer também a poliginia e a poliandria (Farias, 2002).

Interações entre grupo podem propiciar a formação de novos pares, criando oportunidades de reprodução para indivíduos que não reproduzem em seus grupos de origem. Aparentemente, confrontos entre grupos tem esta finalidade, a de localização de parceiros sexuais extra-grupo para indivíduos não-reprodutores,

embora não se descarte as funções de defesa do parceiro sexual para indivíduos reprodutores e mesmo a defesa dos recursos alimentares (Castro & Araújo, 2004).

Na área do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, foi observada uma variação das características fenotípicas dos híbridos de *Callithrix* encontrados ao longo de cinco anos. Aparentemente, existe uma tendência para *C. aurita* nos possíveis retrocruzamentos, visto que os animais encontrados apresentam maior similaridade fenotípica com esta espécie.

Dentre todas as espécies de primatas neotropicais, pelo menos 10 são descritas formando híbridos na natureza (Coimbra-Filho *et al.*, 1993; Mendes, 1997a,b; Cortés-Ortiz *et al.*, 2007). Além disso, os poucos casos de hibridação interespecífica relatados envolvem espécies cujo status taxonômico ainda é alvo de alguma controvérsia (Coimbra-Filho *et al.*, 1993; Mendes, 1997b; Cortés-Ortiz *et al.*, 2007).

Em diversos casos onde foram verificados casos de hibridação e de introgressão (incorporação de genes de uma espécie no complexo gênico da outra) , houve um contato secundário, ou seja, as espécies eram isoladas geograficamente e, por algum motivo – notadamente, por ação antrópica – reencontram-se e promovem a hibridação (Jacques, 2005).

O reconhecimento da hibridação por aspectos fenotípicos, principalmente relacionados ao padrão da pelagem, além da cor e forma de tufo auriculares e de outros sinais característicos das espécies estudadas, é mais prático e barato do que se for feito por análise genética. Porém, requer experiência por parte do observador, já que os híbridos são férteis e a existência e frequência de retrocruzamentos na natureza é subestimada, tornando as gerações seguintes potencialmente mais semelhantes a uma das espécies envolvidas na hibridação, podendo levar a uma avaliação imprecisa (Mallet, 2005; Defler & Bueno, 2007).

Desse modo, as análises citogenéticas e moleculares dos híbridos são uma ferramenta útil para confirmar se há ou não hibridação, identificando as espécies envolvidas e verificando se há tendência nos retrocruzamentos e sobrevivência preferencial de algum dos genótipos envolvidos no processo.

*Callithrix aurita* forma um clado distinto (Tagliaro *et al.*, 1997; Schneider, 2000; Sena *et al.*, 2002; Marroig *et al.*, 2004), ou seja, é uma espécie que pertence a um ramo separado na árvore filogenética do gênero. Este fato reforça a importância da sua conservação, pois esta espécie representa um patrimônio genético diferenciado de todas as outras espécies de *Callithrix*. Com base na crítica situação em que se encontra a espécie na natureza, particularmente na área do Corredor de Biodiversidade da Serra do Mar – Mosaico Mata Atlântica Central Fluminense, é

fortemente sugestiva a mudança de categoria de ameaça em que se encontra este táxon.

## **6- DIAGNÓSTICO DE SAÚDE POPULACIONAL DE *Callithrix aurita* E SEUS HÍBRIDOS NO PARQUE NACIONAL DA SERRA DOS ÓRGÃOS**



## **6.1- Introdução:**

### 6.1.1- Importância dos exames laboratoriais:

Para o diagnóstico das enfermidades que acometem os animais selvagens é imprescindível contar com suporte laboratorial (Santos & Cubas, 2007). O laboratório clínico vem sendo cada dia mais utilizado na medicina de animais selvagens como uma ferramenta para diagnosticar e prevenir doenças. Esse também pode ser utilizado para a definição de biomarcadores de agressões ambientais, uma vez que a sanidade do ambiente influencia na vida dos seres que interagem com o meio (Almosny & Monteiro, 2007; Almosny, 2009).

Um dos padrões fisiológicos mais utilizados nos experimentos científicos é o hematológico (Goulart, 2006; Medici *et al.*, 2007; Barino, 2008). É o principal exame de triagem e deve ser o primeiro a ser solicitado, visando elucidar uma suspeita clínica e direcionar outros exames complementares (Almosny & Monteiro, 2007). O hemograma é utilizado quando se quer ter uma resposta rápida das possíveis alterações que estejam ocorrendo no organismo. Permite analisar o estado de saúde dos animais, revelando informações importantes para o auxílio do diagnóstico, mesmo antes do aparecimento dos sintomas. É de grande relevância no acompanhamento dos tratamentos, fornecendo dados que possibilitam avaliar a resposta do animal à ação terapêutica (Naves *et al.*, 2006; Barino, 2008; Stasienuik *et al.*, 2008). Através do hemograma, são determinadas as variações quantitativas e morfológicas dos elementos do sangue e são obtidos dados referentes à quantidade de hemácias, hemoglobina, leucócitos, plaquetas, entre outros componentes presentes no sistema circulatório (Barino, 2008).

O conhecimento dos padrões hematológicos normais é muito importante para pesquisa e avaliação clínica de qualquer espécie animal (Rodrigues *et al.*, 1997; Goulart, 2006; Medici *et al.*, 2007). Tendo em vista a caracterização de um indivíduo clinicamente normal, a necessidade de parâmetros referenciais na avaliação hematológica se faz constante, para poder determinar limites entre a saúde e a doença em indivíduos de uma espécie e na compreensão de mudanças hematológicas

produzidas por agentes patogênicos (Castro *et al.*, 2003; Nakage *et al.*, 2003; Medici *et al.*, 2007; Flaiban *et al.*, 2008a,b). Através da comparação do hemograma de um indivíduo ou grupo de indivíduos com um padrão pré-estabelecido (utilizando dados coletados anteriormente para aquela espécie ou gênero) pode-se inferir sobre possíveis enfermidades que o indivíduo venha a apresentar. Assim, a determinação de parâmetros hematológicos para cada espécie em cada ambiente permite a correta validação dos estudos em que é utilizada como animal de experimentação, ao mesmo tempo em que ajuda a promover o sucesso da criação da espécie em cativeiro (Barino, 2008).

Os exames hematológicos são de grande auxílio ao médico-veterinário para estabelecer o diagnóstico, estimar a gravidade da doença e, em alguns casos, determinar o prognóstico, além de monitorar a resposta à terapia (Goulart, 2006; Medici *et al.*, 2007; Flaiban *et al.*, 2008b; Vilela *et al.*, 2008). Através dos estudos hematológicos, associados à determinação de outros parâmetros fisiológicos, observações clínicas e comportamentais, pode-se traçar o perfil dos indivíduos de um dado grupo ou colônia, atestando as condições de saúde e bem-estar (Souza Jr., 2007; Barino, 2008).

#### 6.1.2- Exames hematológicos e bioquímicos em primatas neotropicais:

Animais de várias espécies são utilizados como modelos biológicos nas pesquisas científicas e estudos biomédicos, destacando-se os primatas não-humanos que apresentam proximidade evolutiva e de características filogenéticas com o homem (Logan & Khan, 1996; Abou-Madi, 1999; Valle *et al.*, 2002; Moraes, 2004; Mello, 2005; Casagrande, 2007; Barino, 2008; Coelho, 2009). Para isto, se faz necessário o conhecimento de todos os aspectos relacionados a estes animais, em particular, quanto à obtenção de parâmetros fisiológicos confiáveis para comparação, tornando possível sua avaliação clínica (Nascimento *et al.*, 1993; Valle *et al.*, 2002).

Primatas do gênero *Callithrix* constam da lista dos modelos biológicos mais utilizados, principalmente pelo seu baixo peso e altura, reduzido consumo alimentar, alta prolificidade e facilidade de adaptação às condições adversas de seu ambiente natural (Clarke, 1994; Logan & Khan, 1996; Barino, 2008).

Embora existam muitas pesquisas sobre a biologia e o comportamento de primatas, são poucas as relacionadas à hematologia dessas espécies. Os primatas do Velho Mundo são mais freqüentemente estudados em pesquisas biomédicas. Nas espécies neotropicais, a hematologia ainda é pouco explorada (Nascimento *et al.*, 1993; Clarke, 1994; Logan & Khan, 1996; Abou-Madi, 1999; Aoki *et al.*, 2001; Fernandes *et al.*, 2008; Stasienuk *et al.*, 2008). São raros os relatos na literatura sobre hematologia de primatas neotropicais, sendo a maioria referente ao gênero *Callithrix* como um todo, e a espécie *Callithrix jacchus* em particular, devido a sua utilização em estudos biomédicos (Clarke, 1994; Logan & Khan, 1996; Abou-Madi, 1999; Aoki *et al.*, Fernandes *et al.*, 2008; Stasienuk *et al.*, 2008).

Fatores ambientais podem provocar variações no intervalo de normalidade do hemograma de espécies selvagens (Machado *et al.*, 2005; Fernandes *et al.*, 2008). Primatas em vida livre estão totalmente sujeitos às variações ambientais, e fatores abióticos / bióticos podem provocar grandes variações hematológicas entre populações de um fragmento de floresta para outro (Fernandes *et al.*, 2008). A maioria dos valores hematológicos encontrados na literatura para animais selvagens refere-se a animais de cativeiro, portanto, que vivem em ambiente com condições controladas (Nascimento *et al.*, 1993; Boere *et al.*, 2003; Cunha *et al.*, 2005; Almosny & Monteiro, 2007; Barino, 2008; Fernandes *et al.*, 2008; Stasienuk *et al.*, 2008; Almosny, 2009).

Perfis fisiológicos de primatas neotropicais de vida livre raramente são estabelecidos, pois esses animais são difíceis de capturar, e as condições de campo, muitas vezes, são desfavoráveis (Flaiban *et al.*, 2008b). Valores de referência são necessários para julgar os resultados hematológicos e, de preferência, serem comparados aos intervalos de referência da espécie em questão. Quando não há possibilidade de comparar os valores com intervalos de referência para a espécie em análise, pode-se utilizar a comparação entre espécies próximas filogeneticamente, com cautela, devido às variações espécie-específicas (Stasienuk *et al.*, 2008). Valores de espécies próximas somente poderão servir como indicadores no caso de não existirem dados para a espécie que está sendo examinada, mas não como valor de referência (Almosny & Monteiro, 2007; Almosny, 2009).

De maneira geral, o hemograma e vários valores bioquímicos de primatas variam com a espécie / gênero, estações do ano, estresse, estado nutricional, estado fisiológico, estados pós-prandiais, sexo, idade, horário, temperatura, uso de fármacos,

estado de cativo (Almosny & Monteiro, 2007; Barino, 2008; Almosny, 2009). Os neonatos possuem número de hemácias, volume globular e concentração de hemoglobina maiores do que os animais adultos. Os valores nos machos adultos são maiores que em fêmeas adultas, mas as variáveis do leucograma podem sofrer influência apenas da idade. Excitação e estresse ligados à captura podem produzir contração esplênica e aumento do volume globular. Quanto ao leucograma, o estresse pode provocar elevações do número de leucócitos e de neutrófilos segmentados (Flaiban *et al.*, 2008b).

O cloridrato de cetamina é o fármaco mais empregado na contenção de animais selvagens (Pachaly, 2000; Nunes *et al.*, 2007). Produz graus variáveis de analgesia, chegando à anestesia geral. Não produz miorelaxamento e seus efeitos colaterais incluem a ocorrência de convulsões e hipertermia. Em doses muito elevadas, pode provocar depressão respiratória, embora possua uma grande margem de segurança (Larsson *et al.*, 1997; Pachaly, 2000; Nunes *et al.*, 2007). Geralmente o cloridrato de cetamina é empregado em associação a outros fármacos (agentes agonistas alfa 2, derivados fenotiazínicos e benzodiazepínicos) para bloquear ou minimizar a ocorrência de convulsões, bem como induzir a um relaxamento muscular satisfatório, otimizando os procedimentos de contenção farmacológica e anestesia geral (Pachaly, 2000).

O uso do cloridrato de cetamina pode proporcionar diminuição nos valores de eritrócitos, hemoglobina, hematócrito, no número total de leucócitos e de linfócitos, e nas concentrações séricas de glicose, proteína total, albumina, sódio, potássio, provavelmente devido à reversão dos estímulos estressores (Bennett *et al.*, 1992; Choong-Yong *et al.*, 2005). Pode também aumentar as concentrações séricas de aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT) e creatinofosfoquinase (CPK) (Choong-Yong *et al.*, 2005).

O uso do anestésico facilita a manipulação do animal, a mensuração dos parâmetros clínicos e colheita de material biológico (Larsson *et al.*, 1997; Batista *et al.*, 2009). Embora, de maneira geral, haja redução dos parâmetros hematológicos e bioquímicos indicadores de estresse com o uso de cloridrato de cetamina (Bennett *et al.*, 1992; Choong-Yong *et al.*, 2005; Batista *et al.*, 2009), valores obtidos nestas condições podem ser utilizados como padrões, de acordo com a espécie e com o estudo realizado, já que algumas espécies dificilmente são manuseadas sem que

estejam sob efeito anestésico (Bennett *et al.*, 1992; Larsson *et al.*, 1997; Choong-Yong *et al.*, 2005; Batista *et al.*, 2009).

O objetivo deste capítulo foi de verificar o estado de saúde de indivíduos da espécie *Callithrix aurita*, provenientes do CPRJ / INEA, e de seus híbridos, capturados no PARNASO, a partir da tentativa de caracterização de um padrão hematológico de normalidade.

## **6.2- Material e métodos:**

As análises clínicas foram realizadas com cinco sagüis de vida livre, capturados no Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO) e classificados como híbridos; e com quatro sagüis da espécie *Callithrix aurita*, todos adultos, provenientes do Centro de Primatologia do Rio de Janeiro (CPRJ) / Instituto Estadual do Ambiente (INEA). Estes últimos tiveram de ser utilizados em virtude da não-captura de indivíduos desta espécie no PARNASO. O procedimento nos animais do CPRJ / INEA foi realizado apenas com contenção física, sendo retirado, aproximadamente, 2,5 mL de sangue de cada animal. Parâmetros fisiológicos e dados biométricos não foram mensurados.

Os sagüis híbridos foram capturados com armadilhas de captura viva (modelo Tomahawk), iscadas com diversas frutas. As armadilhas foram colocadas após a observação dos animais e a determinação dos locais onde os mesmos são encontrados com maior freqüência. Essas armadilhas foram mantidas em plataformas suspensas e fechadas, mas com isca acessível aos sagüis, de forma a habituá-los, durante dois dias. No terceiro dia, as armadilhas foram abertas e iscadas, mas permaneceram travadas; finalmente, no quarto dia, as armadilhas foram abertas, iscadas e checadas pela manhã, onde se verificou a captura de todo o grupo.

Todos os animais capturados no PARNASO foram levados para o Centro de Primatologia do Rio de Janeiro (CPRJ) / Instituto Estadual do Ambiente (INEA). Para a anestesia e posterior realização dos procedimentos para colheita de material biológico, mensuração de parâmetros fisiológicos e dados biométricos, os sagüis capturados foram contidos manualmente com luvas grossas de raspa de couro. Os animais foram anestesiados com cloridrato de cetamina, na proporção de 10 mg/Kg, por via subcutânea ou intramuscular, com seringa de 0,3 ou 0,5 mL. Durante o tempo em que os animais estiveram anestesiados, foi feita a colheita de sangue no plexo arteriovenoso inguinal, com seringa de 3 mL e agulha 13x4, para análises clínicas e genéticas (Figura 22).



Figura 22 - Colheita de sangue de híbridos de *Callithrix* anestesiados no CPRJ / INEA. Foto de Daniel Pereira, 2009.

Para o hemograma, o sangue foi recolhido em um tubo de ensaio contendo anticoagulante (EDTA - ácido etilenodiaminotetracético) e mantido em temperatura de refrigeração até o momento da manipulação / processamento das amostras (Perez-Sweeney *et al.*, 2003). As análises hematológicas e as dosagens bioquímicas foram realizadas no Laboratório de Patologia Clínica Veterinária da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense com a finalidade principal de obter um auxílio diagnóstico do estado de saúde dos animais (Santos, 1999; Almosny & Monteiro, 2007; Santos & Cubas, 2007; Almosny, 2009).

O eritrograma, leucometria global e plaquetometria foram determinados por automação em aparelho Coulter T 890 ®, enquanto que os exames bioquímicos foram realizados por espectrofotometria (Bioplus Bio 200 F ®), por meio de kits diagnósticos (Labtest). Os esfregaços sanguíneos, corados com panótico rápido (Newprov ®), foram avaliados em microscopia óptica (X1000) a fim de obter-se a leucometria específica, a leucocitoscopia e a hematoscopia.

### 6.3- Resultados e Discussão:

Os saguis capturados aparentavam estar clinicamente bem, com mucosas normocoradas, e condição fisiológica e corporal boas. Os parâmetros biométricos e fisiológicos medidos foram comparados com dados disponíveis na literatura de *Callithrix jacchus* e *C. penicillata* (Tabela 4). De maneira geral, os dados não se mostraram muito diversos dos relatados nos trabalhos anteriores; apenas o peso (com todos os adultos pesando acima de 400 gramas) e a temperatura (um pouco abaixo da registrada até o momento) foram diferentes.

Tabela 4 - Parâmetros biométricos e fisiológicos dos híbridos de *Callithrix* do presente estudo em comparação com outros trabalhos.

<b>Parâmetros biométricos e fisiológicos</b>	<b>Presente estudo</b>	<b>Verona &amp; Pissinatti, 2007 (<i>C. jacchus</i>)</b>	<b>Diniz, 1997 (<i>Callithrix</i> sp)</b>
Cabeça e corpo (cm)	18,0 – 24,0	19,0 - 24,8	20 - 30
Cauda (cm)	24,0 – 32,0	27,0 - 35,0	-
Peso (g)	300 – 500	261 - 323	200 - 400
Temperatura (°C)	34,5 – 35,3 (Média: 35,0)	35,4 - 39,7	37,4 ( <i>C. penicillata</i> ) 38,0 ( <i>C. jacchus</i> )
Frequência cardíaca (BPM)	268 – 408 (Média: 362)	240 - 350	338 ( <i>C. jacchus</i> ) 373,4 ( <i>C. penicillata</i> )
Frequência respiratória (Movimentos / minuto)	60 – 116 (Média: 82)	20 - 50	89,4 ( <i>C. penicillata</i> ) 93,0 ( <i>C. jacchus</i> )

Os valores hematológicos encontrados para os híbridos capturados estão dispostos na Tabela 5. As análises do hemograma dos híbridos foram comparadas com os valores disponíveis para *Callithrix aurita* (Nascimento *et al.*, 1993) e *Callithrix* sp de vida livre (Verona & Pissinatti, 2007) (Tabela 6).

Apenas os valores de VGM foram maiores do que os registrados pelos autores citados; os valores de linfócitos (Figura 23) foram maiores do que os registrados para *Callithrix* sp de vida livre, mas ficaram próximos dos valores registrados para *C. aurita*. Os valores de leucometria global, hematimetria, hemoglobinometria e plaquetas foram menores. Os valores médios de hematócrito, HGM, CHGM, basófilos, eosinófilos, neutrófilos segmentados (Figura 24) e monócitos estavam de acordo com os valores registrados. O aumento no valor de linfócitos de todos os animais (em comparação com os valores de *Callithrix* sp para vida livre) pode estar relacionado ao estresse. Pode-se supor que tais valores sejam esperados para os híbridos, como o são para *C. aurita*.

Tabela 5 - Valores hematológicos encontrados para os híbridos de *Callithrix* do presente estudo.

<b>Exame / Animal</b>	<b>Macho</b>	<b>Macho 2</b>	<b>Fêmea 1</b>	<b>Fêmea 5</b>	<b>Fêmea 7</b>
	<b>filhote</b>				
Leucometria global (x10 <sup>3</sup> )	6.600	4.600	8.300	8.300	8.000
Hematimetria (x10 <sup>6</sup> )	4,20	4,56	5,63	4,10	5,21
Hemoglobinometria (g/dL)	9,9	11,3	12,8	9,0	12,0
Hematócrito (%)	32,3	35,4	43,4	30,5	39,6
VGM (fL)	76,9	77,7	77,0	74,5	76,0
HGM (pg)	23,7	24,7	22,7	22,0	23,0
CHGM (g/dL)	30,8	31,7	29,5	29,5	30,3
Plaquetometria (x10 <sup>3</sup> )	129.000	141.000	49.000	57.000	88.000
Basófilo (%)	1	0	1	1	0
Eosinófilo (%)	3	0	3	0	0
Mielócito (%)	0	0	0	0	0
Meta-mielócito (%)	0	0	0	0	0



Bastonete (%)	2	1	0	2	1
Segmentado (Neutrófilo) (%)	49	52	29	37	68
Linfócito (%)	40	45	66	57	31
Monócito (%)	5	2	1	3	0
Metarubricito (%)	0	0	1	4	0

Tabela 6 - Valores hematológicos consultados na literatura e utilizados para comparação com híbridos de *Callithrix* e *C. aurita* do presente estudo.

<b>Análises / Autores</b>	<b>Nascimento et al., 1993</b>	<b>Clarke, 1994</b>	<b>Verona &amp; Pissinatti, 2007 (Vida livre)</b>	<b>Verona &amp; Pissinatti, 2007 (Cativeiro)</b>	<b>Barino, 2008</b>
	F – fêmea				
	M – Macho				
Leucometria global (x10 <sup>3</sup> )	11,875 (F) 9,625 (M)	8,10	11,17	7-12	7,42
Hematimetria (x10 <sup>6</sup> )	6,49 (F) 6,93 (M)	5,65	9,95	6,7	6,78
Hemoglobinometria (g/dL)	15,27 (F) 15,12 (M)	16,10	-	15,1-15,5	15,66
Hematócrito (%)	47,75 (F) 45,86 (M)	42,70	43,14	45-48	53,76
VGM (fL)	73,95 (F) 66,41 (M)	72,00	-	-	79,60

HGM (pg)	23,57 (F) 21,85 (M)	28,00	-	-	23,20
CHGM (g/dL)	31,98 (F) 32,94 (M)	39,00	-	-	29,20
Plaquetometria (x10 <sup>3</sup> )	400 (F) 465 (M)	281,00	-	390-490	-
Basófilo (%)	0 (F) 0,2 (M)	0,80	0,00	0,3-1,3	-
Eosinófilo (%)	1,5 (F) 1,8 (M)	0,40	0,79	0,5-0,6	-
Segmentado (Neutrófilo) (%)	36 (F) 31 (M)	43,00	65,46	37,4	-
Linfócito (%)	59 (F) 63 (M)	51,00	27,64	59,9	-
Monócito (%)	4 (F) 3,5 (M)	3,30	3,81	0,4-2,1	-

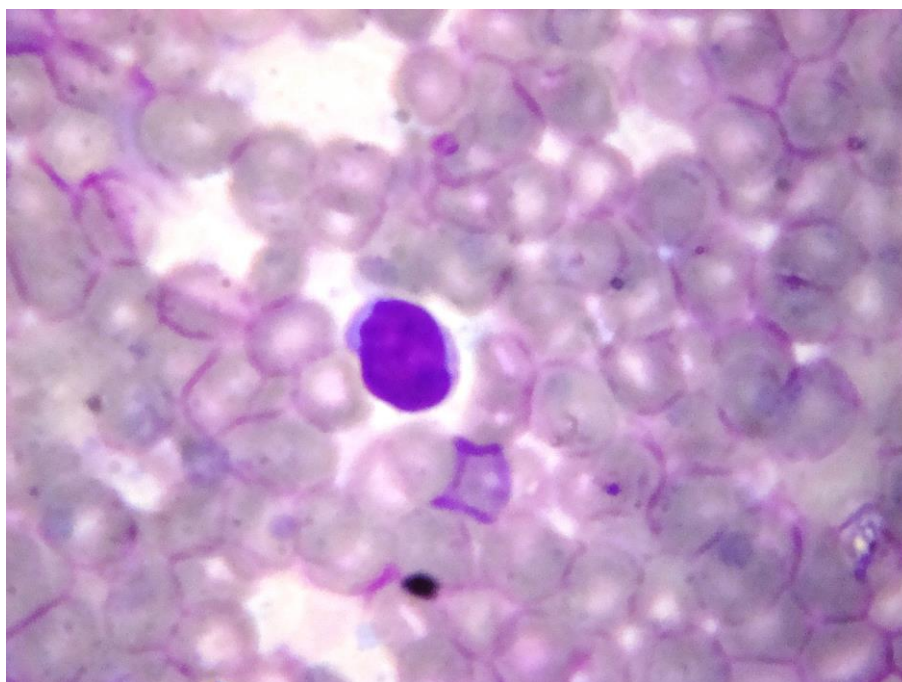


Figura 23 - Linfócito de híbridos de *Callithrix*. Foto de Daniel Pereira, 2010.

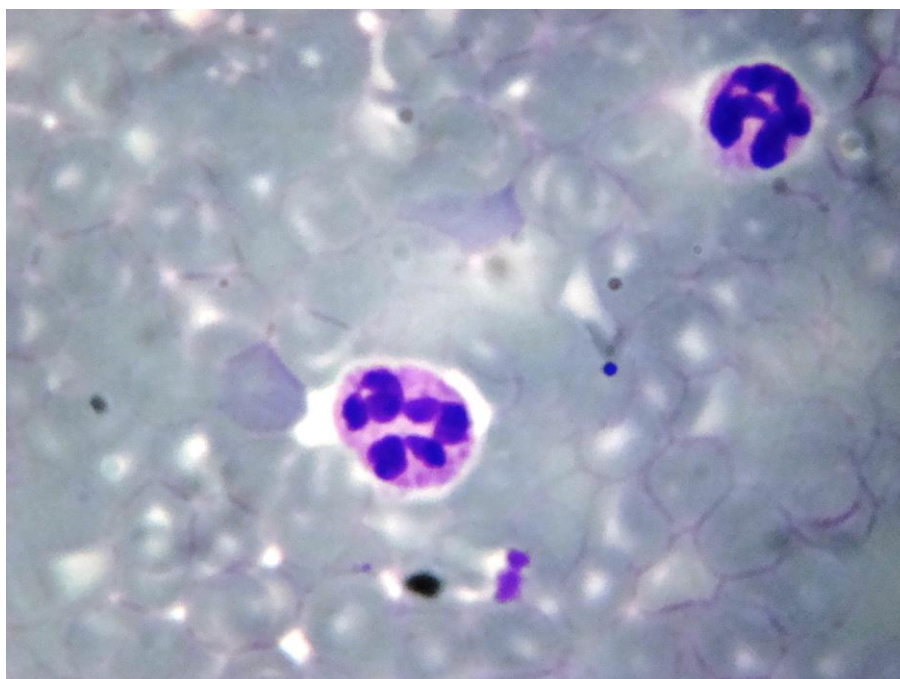


Figura 24 - Neutr3f3ilo de h3ibridos de *Callithrix*. Foto de Daniel Pereira, 2010.

Os valores bioqu3micos encontrados para os h3ibridos capturados est3o dispostos na Tabela 7. As an3lises dos valores bioqu3micos dos h3ibridos foram comparadas com os valores dispon3veis para *Callithrix* sp de vida livre (Verona & Pissinatti, 2007) e *C. jacchus* (Clarke, 1994) (Tabela 8).

As an3lises bioqu3micas do macho filhote e da f3mea 5 foram realizadas diluindo-se o soro em duas vezes. N3o foi poss3vel realizar nenhuma dosagem bioqu3mica com a amostra da f3mea 7, devido ao volume de soro muito reduzido. Os demais espaços marcados com traço indicam que as an3lises n3o foram realizadas por falta de soro.

Tabela 7 - Valores bioqu3micos encontrados para os h3ibridos de *Callithrix* do presente estudo.

Exame / Animal	Macho filhote	Macho 2	F3mea 1	F3mea 5
Ur3ia (mg/dL)	22	26	8	18
Creatinina (mg/dL)	-	0,56	0,57	-
3cido 3rico (mg/dL)	4,06	2,47	1,68	-
Colesterol (mg/dL)	84,0	72,0	54,0	-
Triglicer3deos (mg/dL)	70,0	199,0	167,0	-

HDL (mg/dL)	-	30,0	25,0	-
Proteína Total (g/dL)	6,04	5,98	6,50	-
Albumina (g/dL)	3,64	4,09	3,89	-
Globulina (g/dL)	2,40	1,89	2,61	-
ALT (U/L)	14	11	11	12
AST (U/L)	432	213	239	98
GGT (U/L)	2	1	2	-
Fosfatase Alcalina (U/L)	332,0	48,0	58,0	-
Amilase (U/L)	90,0	127,0	152,0	-
Lipase (U/L)	40,0	97,0	50,0	-
CK (U/L)	-	3567,0	4043,0	-
Frutosamina (mmol/L)	-	-	183,0	-

Tabela 8 - Valores bioquímicos utilizados para comparação com híbridos de *Callithrix* e *C. aurita* do presente estudo.

Análises / Autores	Clarke, 1994	Verona &	Verona &
		Pissinatti, 2007 (Vida livre)	Pissinatti, 2007 (Cativeiro)
Uréia (mg/dL)	22,00	21,80	-
Creatinina (mg/dL)	0,60	-	-
Colesterol (mg/dL)	-	139,30	53-248
Triglicérides (mg/dL)	136,00	-	-
Proteína Total (g/dL)	7,20	5,90	7,00
Albumina (g/dL)	5,10	-	-
Globulina (g/dL)	-	-	-
ALT (U/L)	55,00	-	-
AST (U/L)	151,00	-	-
Fosfatase Alcalina (U/L)	61,00	-	-
Amilase (U/L)	930,00	-	-
Lipase (U/L)	33,00	-	-

Os valores de ureia de um animal, de triglicerídeos de dois animais, de AST de três animais, de fosfatase alcalina de um animal e de lipase foram maiores do que os registrados pelos autores citados. Os valores de ureia de dois animais, de triglicerídeos de um animal, de albumina, de ALT, de fosfatase alcalina de um animal e de amilase foram menores. Os valores de ureia de um animal, de creatinina, de colesterol, de proteína total estavam dentro dos valores médios.

O valor elevado de triglicerídeos encontrado em dois animais pode ser reflexo da alimentação no cativeiro. Os valores elevados de AST e CK decorrem do estresse na contenção e também pela ação anestésica.

Os valores hematológicos e bioquímicos encontrados para os indivíduos *C. aurita* do CPRJ / INEA estão dispostos nas tabelas 9 e 10.

Tabela 9 - Valores hematológicos encontrados para os *C. aurita* do CPRJ.

<b>Exame / Animal</b>	<b>2362 Fêmea</b>	<b>2124 Fêmea</b>	<b>2123 Macho</b>	<b>2361 Macho</b>
Leucometria global (x10 <sup>3</sup> )	7.500	29.200	26.100	8.100
Hematimetria (x10 <sup>6</sup> )	5,78	5,67	5,36	6,37
Hemoglobinometria (g/dL)	12,8	13,7	13,6	13,9
Hematócrito (%)	44	45,3	45,3	47
VGM (fL)	76,1	79,9	84,4	73,9
CHGM (g/dL)	29,1	30,3	30,1	29,5
Plaquetometria (x10 <sup>3</sup> )	313.000	508.000	655.000	621.000
Basófilo (%)	0	0	0	0
Eosinófilo (%)	1	0	1	0
Mielócito (%)	0	0	0	0
Meta-mielócito (%)	0	0	0	0
Bastonete (%)	0	0	0	0
Segmentado	9	22	72	43

(Neutrófilo) (%)				
Linfócito (%)	89	71	24	52
Monócito (%)	1	7	3	5
Metarubricito (%)	0	0	0	6

Tabela 10 - Valores bioquímicos encontrados para os *C. aurita* do CPRJ.

<b>Exame / Animal</b>	<b>2124 Fêmea</b>	<b>2362 Fêmea</b>	<b>2361 Macho</b>	<b>2123 Macho</b>
Uréia (mg/dL)	50	24	46	23
Creatinina (mg/dL)	0,6	0,6	0,8	0,7
ALT (U/L)	21	14	15	13
AST (U/L)	102	111	87	60
Colesterol (mg/dL)	83	95	63	94
GGT (U/L)	6,0	9,0	10,0	7,0

As análises do hemograma de *C. aurita* foram comparados com os valores disponíveis para *Callithrix aurita* (Nascimento *et al.*, 1993) e *Callithrix* sp de cativeiro (Verona & Pissinatti, 2007) (Tabela 6). Os valores de leucometria global de dois animais, de VGM de três animais, de plaquetas de três animais, de neutrófilos segmentados de dois animais, de linfócitos de dois animais e de monócitos de dois animais foram maiores do que os registrados pelos autores citados. Os valores de hematimetria (Figura 25), hemoglobinometria, CHGM, de plaquetas de um animal, de neutrófilos segmentados (Figura 26) de dois animais, de linfócitos de dois animais e de monócitos de dois animais foram mais baixos. Os valores de leucometria global de dois animais, de hematócrito, de VGM de um animal, de basófilos e de eosinófilos estavam dentro dos valores médios.

As análises dos valores bioquímicos dos indivíduos de *C. aurita* foram comparadas com os valores disponíveis para *Callithrix* sp de vida livre e de cativeiro (Verona & Pissinatti, 2007) e *C. jacchus* (Clarke, 1994) (Tabela 8). Os valores de uréia foram maiores do que os registrados pelos autores citados; os valores de ALT e AST foram mais baixos. Os valores de creatinina e colesterol estavam dentro dos padrões médios.

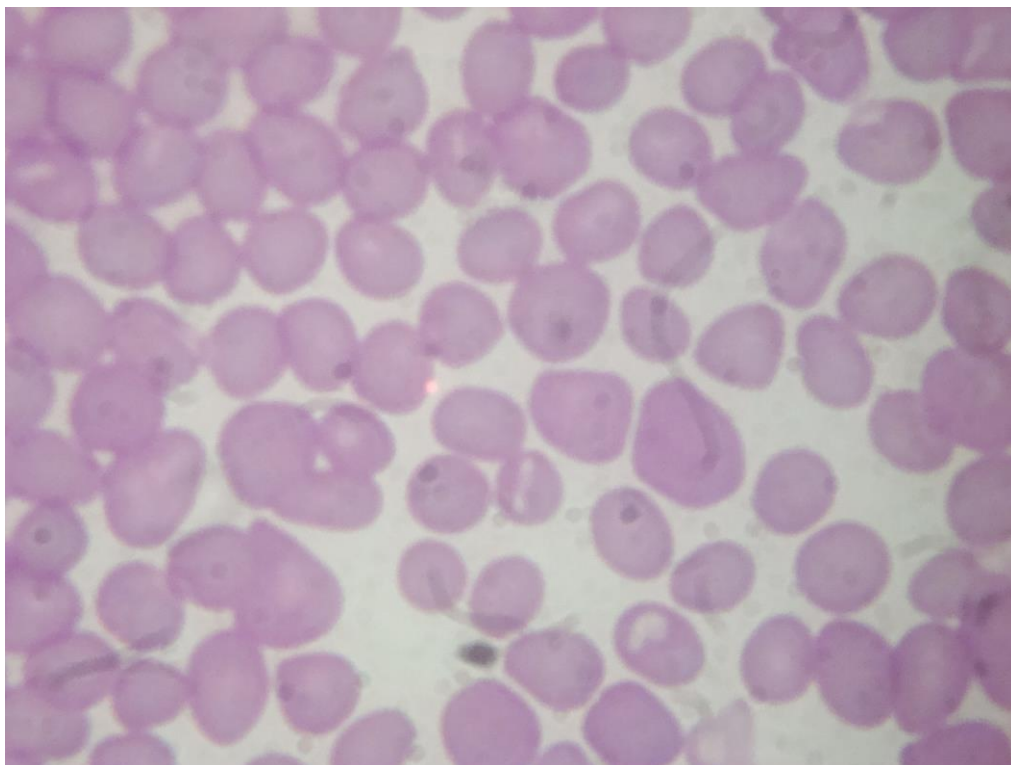


Figura 25 - Hemácias de *Callithrix aurita* – observar policromasia (eritrócitos jovens). Foto de Daniel Pereira, 2010.

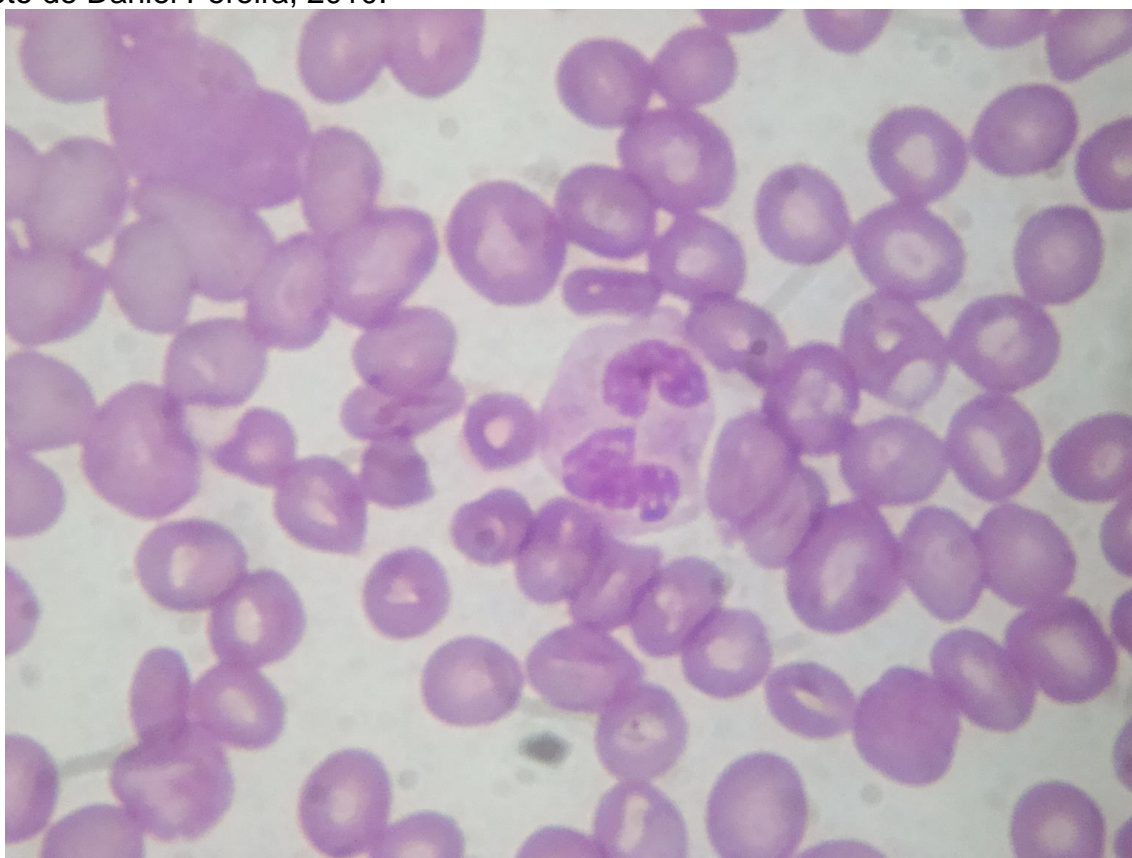


Figura 26 - Neutrófilo de *Callithrix aurita*. Foto de Daniel Pereira, 2010.

Foi feita ainda uma análise estatística (ANOVA) comparando as amostras dos sagüis híbridos com as dos sagüis puros; apesar do número baixo de indivíduos, algumas análises apresentaram diferença significativa (Figuras 27 a 38).

Comparando-se os sagüis híbridos com os sagüis puros - *C. aurita* – estes obtiveram resultados mais elevados no hemograma para hematimetria, hemoglobinometria, hematócrito e plaquetometria. Na bioquímica, os valores mais elevados foram para uréia, creatinina e GGT. Os sagüis híbridos obtiveram resultados mais elevados no hemograma para HGM, e na bioquímica para proteína total, albumina, globulina e amilase. Não houve diferença para os resultados da leucometria específica.

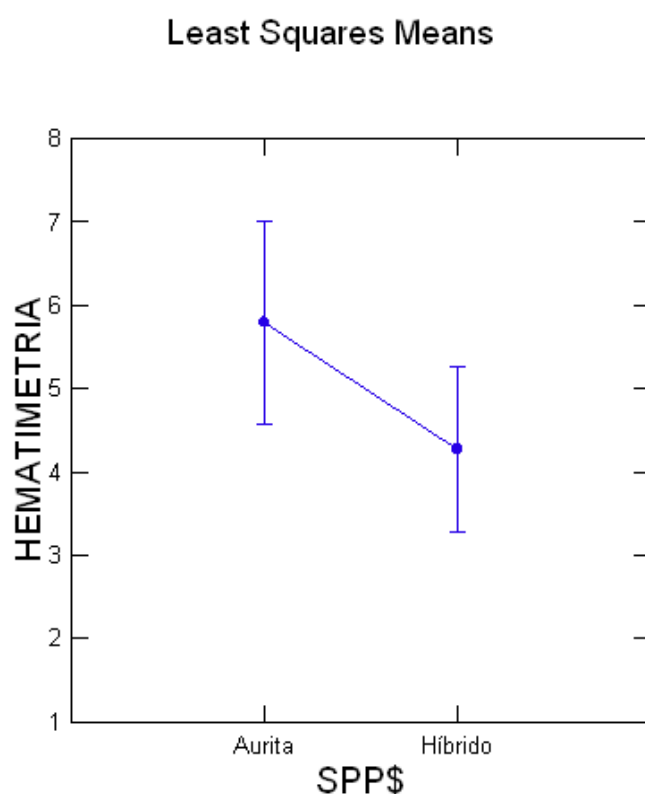


Figura 27 - Comparação da hematimetria entre *Callithrix aurita* de cativeiro e híbridos de *Callithrix* de vida livre encontrada no presente estudo.



### Least Squares Means

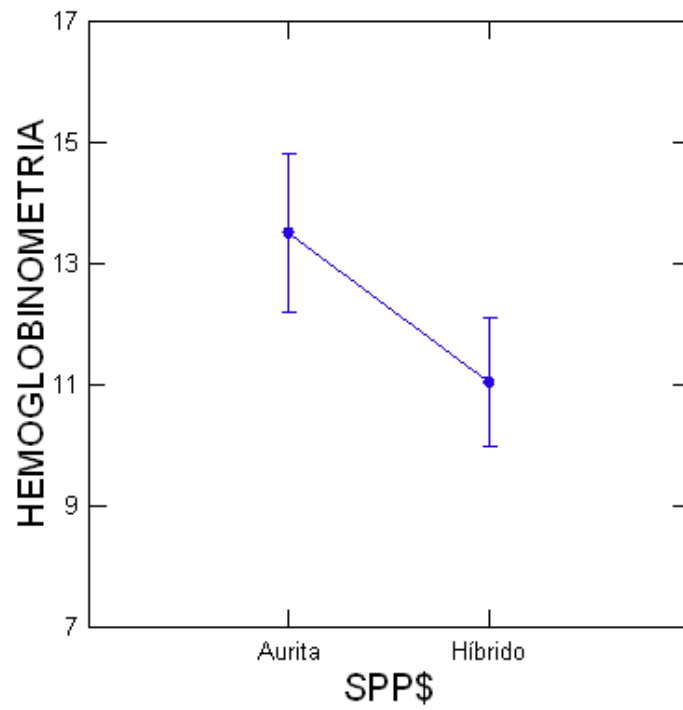


Figura 28 - Comparação da hemoglobinometria entre *Callithrix aurita* de cativeiro e híbridos de *Callithrix* de vida livre encontrada no presente estudo.

### Least Squares Means

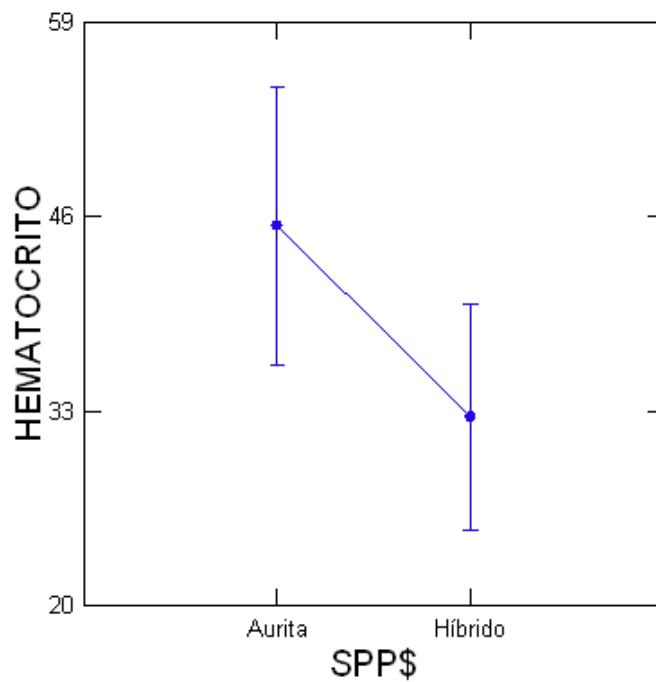


Figura 29 - Comparação do hematócrito entre *Callithrix aurita* de cativeiro e híbridos de *Callithrix* de vida livre encontrada no presente estudo.

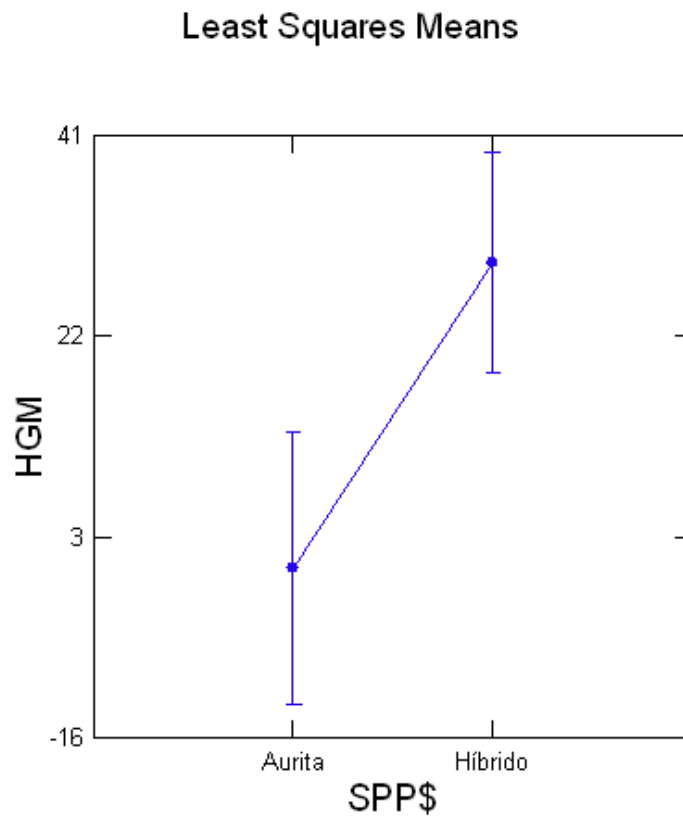


Figura 30 - Comparação do HGM entre *Callithrix aurita* de cativeiro e híbridos de *Callithrix* de vida livre encontrada no presente estudo .

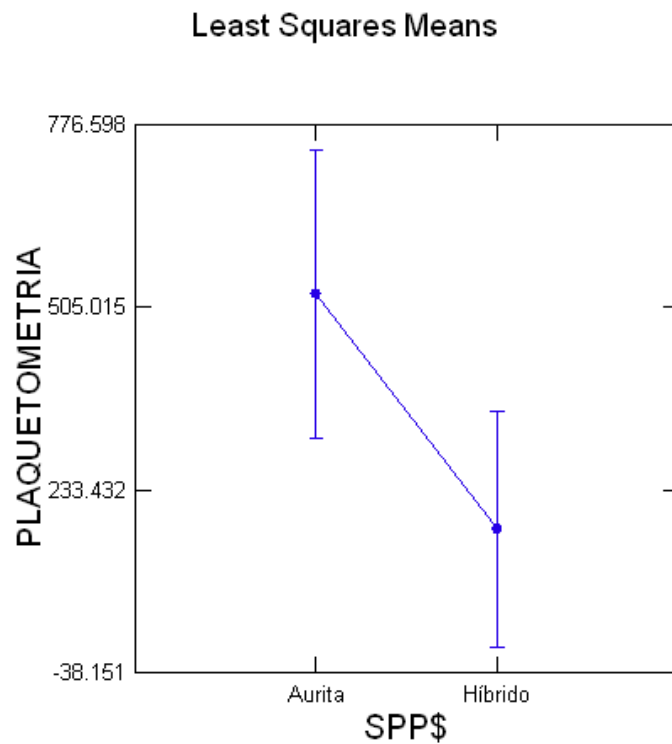


Figura 31 - Comparação da plaquetometria entre *Callithrix aurita* de cativeiro e híbridos de *Callithrix* de vida livre encontrada no presente estudo .

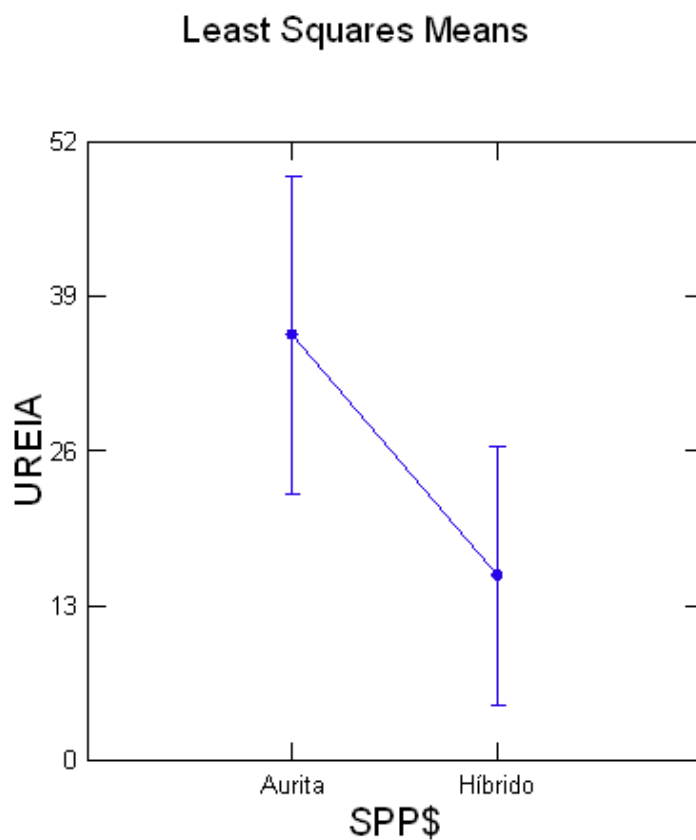


Figura 32 - Comparação da uréia entre *Callithrix aurita* de cativeiro e híbridos de *Callithrix* de vida livre encontrada no presente estudo.

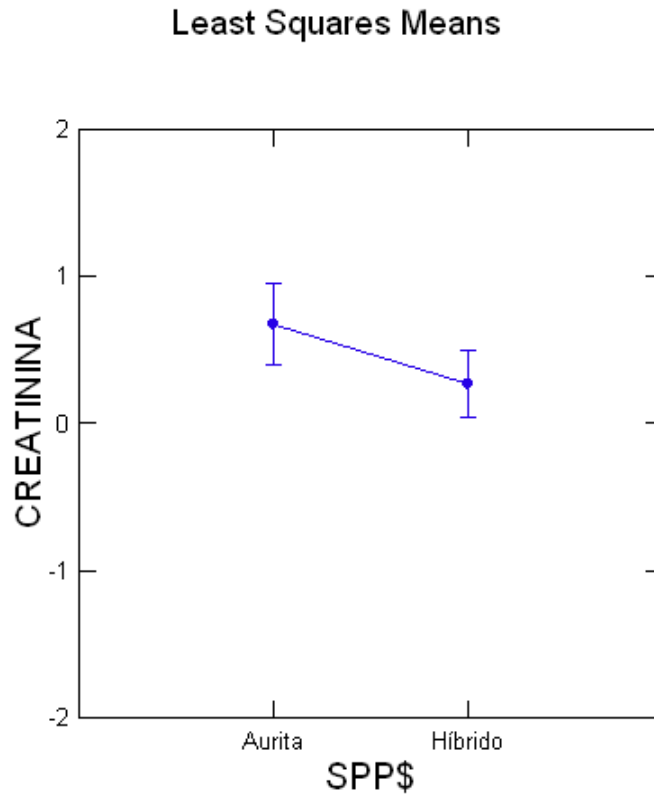


Figura 33 - Comparação da creatinina entre *Callithrix aurita* de cativeiro e híbridos de *Callithrix* de vida livre encontrada no presente estudo.

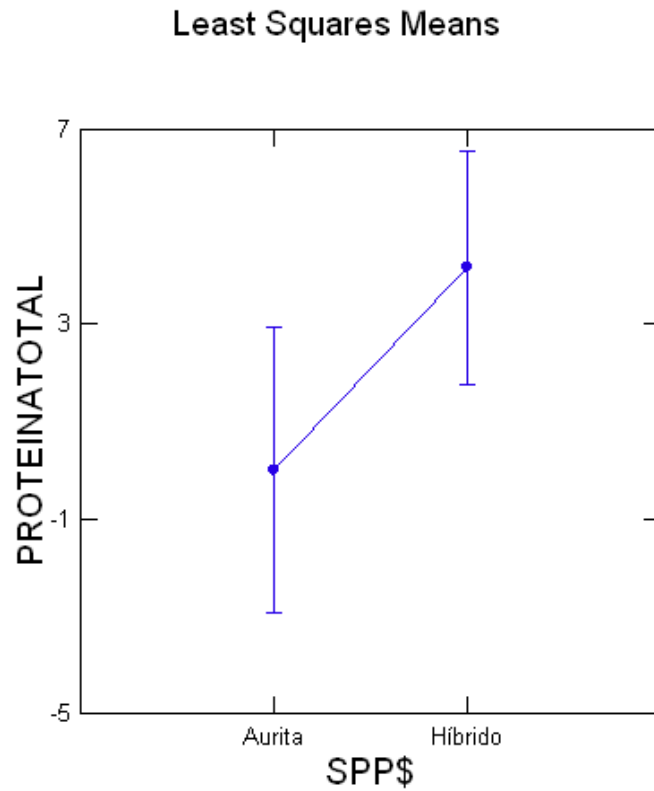


Figura 34 - Comparação da proteína total entre *Callithrix aurita* de cativeiro e híbridos de *Callithrix* de vida livre encontrada no presente estudo.

### Least Squares Means

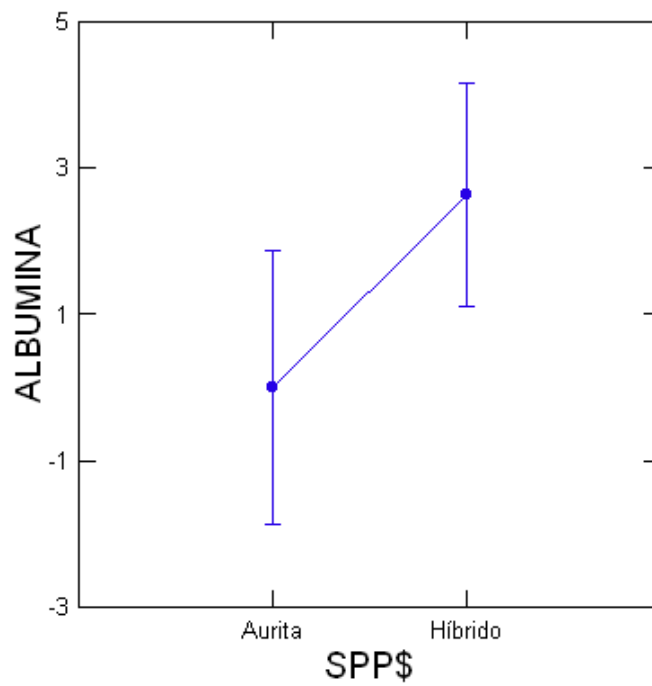


Figura 35 - Comparação da albumina entre *Callithrix aurita* de cativo e híbridos de *Callithrix* de vida livre encontrada no presente estudo.

### Least Squares Means

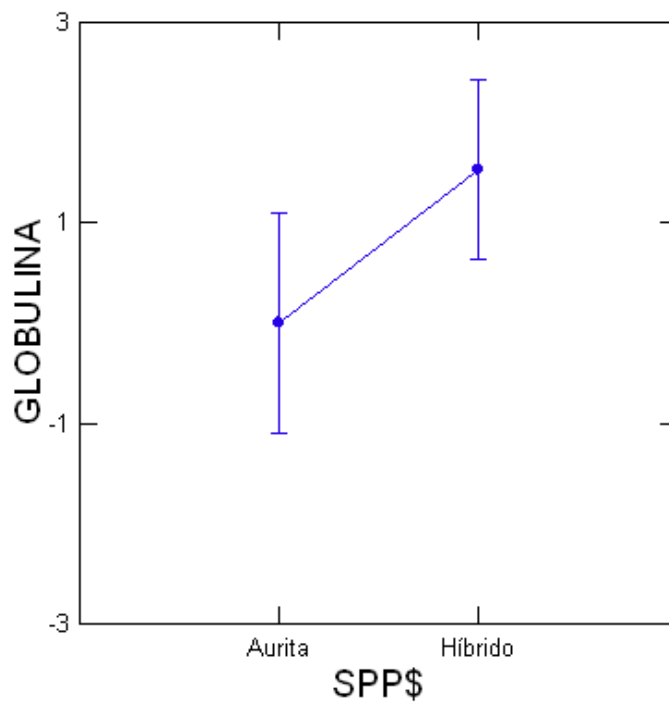


Figura 36 - Comparação da globulina entre *Callithrix aurita* de cativo e híbridos de *Callithrix* de vida livre encontrada no presente estudo.

### Least Squares Means

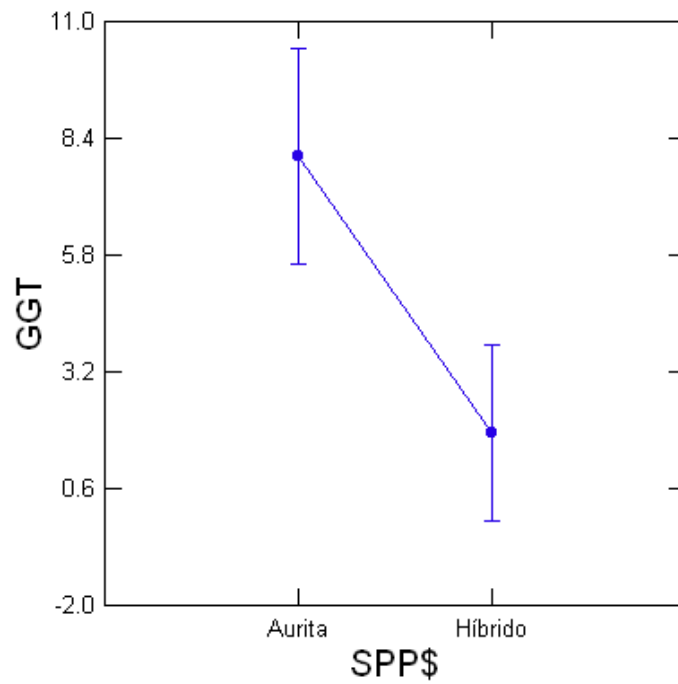


Figura 37 - Comparação da GGT entre *Callithrix aurita* de cativeiro e híbridos de *Callithrix* de vida livre encontrada no presente estudo.

### Least Squares Means

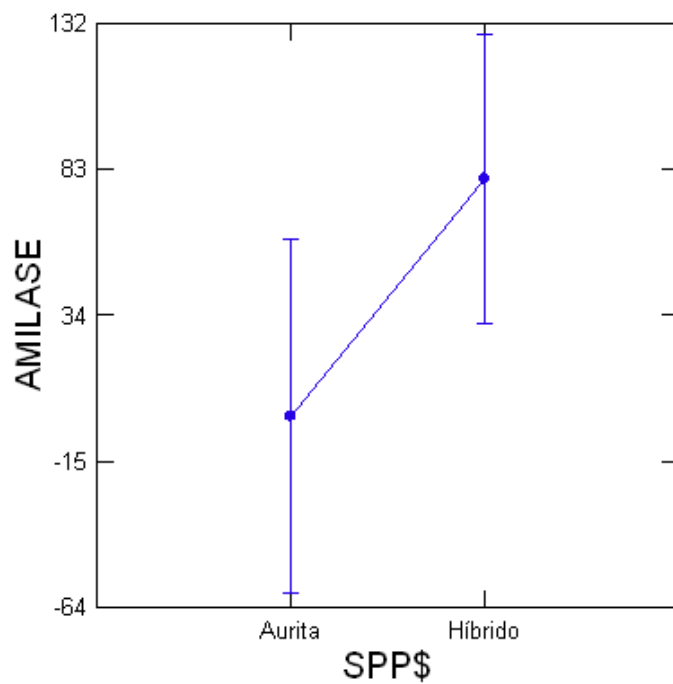


Figura 38 - Comparação da amilase entre *Callithrix aurita* de cativeiro e híbridos de *Callithrix* de vida livre encontrada no presente estudo.

O estado geral de todos os animais – híbridos e puros – sugere que estes se apresentavam saudáveis no momento da manipulação para colheita de sangue. A variação dos resultados pode ser explicada, por exemplo, pela diferença de origem dos grupos e, conseqüentemente, da alimentação, diferenciando animais de cativeiro dos que vieram da natureza. Contudo, não se pode descartar a possibilidade de que tais diferenças ocorram não somente pela origem dos indivíduos (cativeiro ou vida livre), mas também pelo fato de serem táxons diferentes (híbridos ou puros).

Pode-se sugerir que existe uma tendência à diferenciação das espécies e identificação de indivíduos híbridos pelo padrão hematológico e bioquímico, a ser confirmada com uma amostragem maior de animais da espécie *C. aurita*, preferencialmente da mesma localidade e nas mesmas condições. Um número maior de exames irá gerar dados mais confiáveis para se estabelecer um padrão preciso para a espécie *C. aurita*, permitindo um melhor entendimento sobre a sua fisiologia.

## **7- PLANO DE ERRADICAÇÃO E CONTROLE DE INVASÃO DE *Callithrix penicillata* E SEUS HÍBRIDOS NO PARQUE NACIONAL DA SERRA DOS ÓRGÃOS**

## 7.1- Considerações sobre o problema da invasão biológica:

Os impactos de Espécies Exóticas Invasoras (EEI's) sobre as espécies nativas, comunidades e ecossistemas são reconhecidos há décadas, tendo como marco a publicação do livro "*The Ecology of Invasions by Animals and Plants*" (Ziller, 2006; Focht, 2008; Petenon & Pivello, 2008; Richardson & Pysek, 2008), que estimulou e inspirou pesquisas sobre as invasões biológicas (Davis *et al.*, 2001). Coimbra-Filho & Magnanini (1968) já chamavam a atenção para o controle e diminuição de algumas espécies com a finalidade de conservação de outras, pelo menos em áreas protegidas, e que um programa de dinamização animal deveria, paradoxalmente, começar com a eliminação controlada de alguns indivíduos.

Atualmente, em diversos países, é amplamente difundida a noção do prejuízo que as EEI's podem causar às populações e comunidades de organismos nativos com as quais interagem ou nas quais estejam inseridas (Williamson, 1999; Lowe *et al.*, 2000; UICN, 2000; Nuñez & Quintero, 2002; Reaser *et al.*, 2005; Ziller *et al.*, 2007; Focht, 2008; Petenon & Pivello, 2008; Lessa & Bergallo, 2009). O conhecimento detalhado sobre a ecologia das espécies exóticas constitui-se um elemento-chave para que se possa manejar seu controle, seus efeitos negativos sobre populações nativas ou mesmo planejar e promover a sua erradicação (Williamson & Fitter, 1996; Anjos & Rocha, 2008).

Embora a maioria das espécies translocadas não sobreviva (porque o novo ambiente geralmente não é adequado às suas necessidades), ou permaneça em populações pequenas o suficiente para serem manejadas, cerca de uma em cada mil desenvolve-se no novo ambiente (Williamson, 1996). Estas espécies têm mais oportunidade de se estabelecer em período de tempo muito inferior ao que levou qualquer espécie da fauna nativa durante seu processo evolutivo, visto não encontrar um processo de competição interespecífico instalado (Moura-Britto & Patrocínio, 2006). Frequentemente, as EEI's causam impactos sinérgicos e em cascata, influenciando muitos aspectos do ambiente e do bem-estar humano, por longos períodos de tempo (Reaser *et al.*, 2005). Tal fato levou ao reconhecimento das EEI's como uma das maiores ameaças atuais para o bem-estar ecológico e econômico do planeta (Morsello, 2001; Matthews & Brand, 2005).

Uma das razões para que algumas espécies exóticas tenham muita facilidade para invadir e dominar novos habitats, deslocando as espécies nativas, é a ausência de predadores naturais, doenças e parasitas no novo ambiente (Primack



& Rodrigues, 2001; Moura-Britto & Patrocínio, 2006). Além disso, podem se incorporar ao sistema como consumidores de topo de cadeia, com farta oferta de nutrientes e habitats à escolha, adaptando-se bem, pois geralmente são espécies plásticas que possuem uma vasta amplitude de respostas aos vários fatores ecológicos e climáticos a que estão sujeitos (Moura-Britto & Patrocínio, 2006; Lessa & Bergallo, 2009). O isolamento dos habitats insulares, por exemplo, favorece o desenvolvimento de um conjunto único de espécies endêmicas; como esses organismos evoluíram na ausência de novos predadores, competidores ou patógenos, acabam tornando-se, muitas vezes, fracamente adaptados para lidar com eles (Ricklefs, 2003).

Os animais introduzidos em ilhas são eficazes na predação das espécies da fauna endêmica (adaptados a uma comunidade com poucos predadores, geralmente têm poucas defesas contra os predadores introduzidos) e das plantas nativas, levando-as à extinção (Lessa & Bergallo, 2009). Carreando consigo patógenos ou parasitas, as espécies introduzidas podem devastar as populações nativas, pela ausência de imunidade natural contra as enfermidades continentais (Primack & Rodrigues, 2001). Por causa de sua diversidade comparativamente baixa e sua estrutura comunitária simples, os ecossistemas insulares tendem a ser mais facilmente invadidos do que os ecossistemas continentais, já que há menos espécies nativas para proporcionar uma competição efetiva (Ricklefs, 2003).

A invasão biológica é um dos processos mais significativos de mudanças ambientais, se constituindo na segunda maior causa de perda de biodiversidade em todo o mundo (Pough *et al.*, 2003; Reaser *et al.*, 2005). Contudo, projeta-se que, em um futuro próximo, os danos causados por invasões de espécies exóticas superarão a perda de habitat como a causa principal da desintegração ecológica global (Vitousek *et al.*, 1997). Podemos encontrar EEI's em todos os grupos taxonômicos, invadindo e afetando a biota nativa de cada tipo de ecossistema sobre a Terra (UICN, 2000; Matthews & Brand, 2005). Portanto, translocação e estabelecimento de EEI's são problemas de âmbito global, que requerem uma cooperação internacional para complementar as ações particulares dos governos, instituições de pesquisa, setores econômicos e organizações nacionais e locais (Matthews & Brand, 2005).

Vários são os casos de extinção de espécies nativas, mudança na estrutura das comunidades e, até mesmo, alterações na estrutura física de ecossistemas (Morsello, 2001; Matthews & Brand, 2005). Espécies exóticas invasoras são responsáveis ainda pela homogeneização biológica, associada à exclusão competitiva ou predatória das espécies nativas (Morsello, 2001; Ricklefs, 2003; Matthews & Brand, 2005; Magnusson, 2006). Outras formas documentadas de

deslocamento de espécies nativas causadas por EEI's são relacionadas com 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 & Rodrigues, 2001; Ricklefs, 2003; Whiteman *et al.*, 2008).

Uma classe especial de EEI's é formada por aquelas que possuem afinidades filogenéticas com outras espécies da biota nativa invadida. Quando há cruzamento entre essas espécies, genótipos únicos podem ser eliminados das populações locais e limites taxonômicos, que eram outrora claros, podem se confundir (Primack & Rodrigues, 2001; Pereira, 2006). Portanto, um número muito pequeno de exemplares, que representa uma pequena fração da diversidade genética da espécie em seu ambiente natural, pode ser suficiente para provocar danos ambientais extensos em um novo ambiente, dependendo dos seus índices de reprodução e dispersão (Matthews & Brand, 2005).

As EEI's podem custar caro aos governos, às indústrias e à sociedade. Embora existam poucos estudos quantitativos que documentem o seu impacto (Reaser *et al.*, 2005), estima-se que o prejuízo causado por EEI's seja de aproximadamente US\$ 50 bilhões à economia brasileira (Brandão, 2006). Uma característica especial das invasões biológicas, em relação aos efeitos externos, é que a maioria dos custos das invasões se perpetua. Mesmo que se comece um processo de bloqueio das introduções, o dano das EEI's já estabelecidas continua e pode aumentar (Matthews & Brand, 2005). Além dos custos diretos do controle de EEI's, da ordem de bilhões de dólares por ano (UICN, 2000), os custos econômicos também incluem as conseqüências ambientais indiretas, de difícil valoração econômica. As EEI's podem ainda provocar mudanças nos serviços ecológicos (reciclagem de nutrientes, conservação e regeneração de solos, dispersão de sementes, etc.) (Matthews & Brand, 2005).

Como pontuado anteriormente, os problemas causados por EEI's não se restringem aos ecológicos. Espécies exóticas invasoras são responsáveis, ainda, por danos a imóveis, à produção de alimentos e bens, além de serem responsáveis por diversas doenças humanas (Bright, 1999; Shrader-Frchette, 2001). Pragas de insetos ou ervas daninhas, como usualmente são conhecidas estas EEI's, têm sido responsabilizadas pela perda de cerca de 12 a 13 % de alimentos no planeta (FAO, 2001), resultando em gastos de grandes somas em dinheiro utilizadas na tentativa de controlar ou pelo menos reduzir o potencial de tal ameaça. Um dos mais dramáticos impactos causados por EEI's envolve doenças transmissíveis por organismos

originários de populações resistentes a estas. A introdução de doenças como tifo, através do contato com europeus em meados do século XV, foi responsável por drásticas conseqüências em populações humanas que não eram imunes a esta doença. Apesar da medicina moderna reduzir consideravelmente os impactos destas doenças, o contato entre populações com e sem imunidade tem sido ampliado enormemente devido à velocidade de transporte de portadores, podendo ser estas pessoas, organismos não-humanos ou materiais. Pode-se apontar como exemplo a identificação do transporte multi-vetorizado da cólera (*Vibrio cholera*) (Ruiz & Carlton, 2003). Entre as EEI's mais importantes da América do Sul se encontram as pragas de insetos que ameaçam a agricultura e a segurança alimentar, gerando conseqüências socioeconômicas muito graves (Matthews & Brand, 2005).

A dinâmica dos patógenos invasores, o comportamento humano e o desenvolvimento econômico são complexos e dependem de interações entre a virulência da enfermidade, as populações infectadas, as características dos assentamentos humanos e seu nível de desenvolvimento. Grandes projetos de desenvolvimento, como sistemas de irrigação, expansão da fronteira agropecuária, programas de reassentamento de populações, têm contribuído para a invasão de enfermidades como malária, dengue, esquistossomose. O desmatamento em regiões tropicais para ampliar as terras dedicadas à agricultura tem aberto novas possibilidades para a transmissão de vírus causadores de febres hemorrágicas que, anteriormente, circulavam em animais selvagens (Matthews & Brand, 2005).

Uma espécie exótica invasora pode também afetar a saúde dos homens, das plantas e dos animais. Os patógenos e parasitas podem, eles mesmos, ser EEI's ou podem ser introduzidos por vetores invasores. As populações humanas podem ser gravemente afetadas por tipos de agentes infecciosos com os quais não estão familiarizadas, e que podem ser procedentes de seus próprios animais domésticos ou de qualquer outro animal (Matthews & Brand, 2005).

As pragas e os patógenos também podem afetar os cultivos e o gado - a produção local de alimentos - provocando a sua escassez. Entre os efeitos indiretos das EEI's sobre a saúde humana, se inclui o uso de uma ampla variedade de pesticidas. Livres de fatores de controle naturais, os organismos invasores podem se multiplicar rapidamente, fazendo com que seja intensificado o uso crônico e generalizado de pesticidas (Matthews & Brand, 2005).

O processo de invasão é freqüentemente complexo, resultando em considerável incerteza científica (Reaser *et al.*, 2005; Helmann *et al.*, 2008). Espécies exóticas invasoras são capazes de provocar alterações nas funções e na biodiversidade dos ecossistemas locais na medida em que se estabelecem com sucesso nos habitats invadidos. Os prejuízos econômicos e ecológicos gerados por EEI's são grandes e a magnitude dos impactos causados por alguns invasores geralmente é desconhecida e de difícil previsão. Avanços no conhecimento ecológico e no manejo dos recursos naturais são necessários dentro de um conjunto de medidas de prevenção e controle (Reaser *et al.*, 2005).

A maioria das introduções a longas distâncias de EEI's em novas áreas – protegidas ou não – é resultado direto ou indireto de atividades humanas (Whiteman *et al.*, 2008), e fatores sociais e econômicos são tão críticos quanto fatores biológicos nessas introduções. A diversidade de vetores adicionada aos múltiplos caminhos de invasão produz uma matriz extraordinariamente complexa, requerendo um manejo igualmente complexo. Operacionalmente, diferentes vetores terão forças diferentes em diferentes países e em diferentes sub-regiões dentro de um país.

Como todo país é importador e exportador de bens e serviços, todo país é também facilitador e vítima da invasão de espécies não nativas. Além disso, as EEI's não são apenas levadas (intencional ou inadvertidamente), elas podem mover-se sozinhas; logo, tornam-se uma ameaça para toda a região, seus parceiros comerciais e todos os países localizados ao longo da rota comercial (Reaser *et al.*, 2005). À medida que se intensifica o transporte mundial de pessoas e cargas, a tarefa de minimizar a dispersão e o impacto das EEI's torna-se mais desafiadora, a menos que ajustemos nossos valores e desenvolvamos uma nova ética e uma nova responsabilidade. (Reaser *et al.*, 2005).

A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), a qual o Brasil é signatário, estabelece que se deve impedir a introdução, bem como controlar ou erradicar EEI's que ameacem os ecossistemas, habitats ou espécies (MMA, 2000; 2006). Quando se detecta uma espécie exótica invasora potencial ou atual, ou seja, quando a prevenção não tiver obtido êxito, os passos para mitigar os impactos adversos incluem a erradicação, a contenção e o controle (UICN, 2000).

O controle procura reduzir, em longo prazo, a abundância e/ou a densidade da espécie. Um caso especial de controle é a contenção, cuja finalidade é limitar a dispersão da espécie, contendo a mesma dentro de limites geográficos definidos

(UICN, 2000). O propósito da erradicação é remover completamente a espécie, o que não implicaria necessariamente em extermínio, mas sim em uma remoção dos animais (como medida emergencial) ou em realização de experimentos, como a esterilização química (Silva *et al.*, 2010). Quando indicado, a eutanásia de animais exóticos invasores (CFMV, 2002), ainda que de forma ética e com mínimo sofrimento, é uma medida necessária para viabilizar a manutenção da integridade ecológica dos ecossistemas e não pôr a perder a função básica das Unidades de Conservação (Ziller, 2006).

A definição de prioridades no combate a EEI's deve estar focada nas menores populações com maior potencial de invasão, pois a chance de erradicá-las é maior do que as grandes populações já estabelecidas. Nossas tecnologias atuais para combater EEI's são rudimentares e poucas: controle por agentes biológicos, extermínio, esterilização, remoção mecânica, fogo, herbicidas, caça, apanha, envenenamento (Reaser *et al.*, 2005; Ziller, 2006; Silva *et al.*, 2010). Além disso, a maior parte dos métodos utilizados tem gerado controvérsias entre a comunidade científica e a sociedade, e mesmo entre os próprios cientistas (Reaser *et al.*, 2005). É fato que todos têm limitações; porém, todos são essenciais (Ziller, 2006).

Embora as sociedades protetoras dos animais possam rechaçar iniciativas de controle de animais, é fundamental que isso aconteça. É preciso lembrar que a eliminação de EEI's nada mais gera do que a viabilidade da perpetuação de espécies nativas, que não têm condição de realizar esta tarefa por conta própria ou, simplesmente, de defender-se ou competir com espécies introduzidas. Nesses casos, que podem ser polêmicos por falta de conhecimento, é preciso trabalhar em paralelo com campanhas de conscientização e esclarecimento público para diminuir os aspectos aparentemente negativos (Ziller, 2006).

Uma melhor informação e educação em todos os setores da sociedade sobre as EEI's são fundamentais para reduzir os riscos de introduções não intencionais ou não autorizadas e para estabelecer mecanismos de avaliação e autorização das introduções intencionais propostas. O controle e a erradicação de EEI's têm mais possibilidade de êxito se forem apoiados por comunidades locais, setores e/ou grupos apropriados (UICN, 2000).

## **7.2- A invasão biológica sofrida por *C. aurita* no Parque Nacional da Serra dos Órgãos:**

Os limites das distribuições geográficas do gênero *Callithrix* ainda são pouco conhecidos (Grele & Cerqueira, 2006). As espécies de *Callithrix* endêmicas da Mata Atlântica são parapátricas, não havendo registro de simpatria das formas parentais (Vivo, 1991, *apud* Grele & Cerqueira, 2006). Aparentemente, a presença de uma espécie deste gênero impede que outra espécie ocorra na mesma localidade, embora as chamadas espécies invasoras – *C. jacchus* e *C. penicillata* – possam ocorrer em simpatria com algumas espécies de *Callithrix* (Grele & Cerqueira, 2006).

Na década de 1970, Coimbra-Filho e colaboradores relataram diversos casos de hibridação entre as espécies do gênero *Callithrix* em cativeiro. Nas observações efetuadas com algumas espécies de *Callithrix* no Jardim Zoológico do Rio de Janeiro, percebeu-se que os machos de uma dada espécie preferiram sempre as suas respectivas fêmeas (Coimbra-Filho, 1970). Quanto às hibridações experimentais, observaram cruzamentos interespecíficos entre *C. jacchus* e *C. penicillata*, *C. jacchus* e *C. geoffroyi*, *C. flaviceps* e *C. jacchus*, *C. aurita* e *C. kuhlii*, *C. aurita* e *C. flaviceps*, *C. geoffroyi* e *C. penicillata* (Coimbra-Filho *et al.*, 1993).

Foram experimentadas ainda formações com duplo-híbridos (Coimbra-Filho, 1971; Coimbra-Filho & Maia, 1976), triplo-híbridos (Coimbra-Filho, 1978), quádruplo-híbridos (Coimbra-Filho & Maia, 1976), quádruplo-híbridos e sêxtuplo-híbridos (Coimbra-Filho *et al.*, 1993).

Apesar do indiscutível parentesco entre essas espécies, Coimbra-Filho (1970, 1971) admite que atingiram patente isolamento geográfico e que importantes incompatibilidades genéticas já são notadas, a ponto de promover nos híbridos o surgimento de anomalias (como o caso da cegueira dos filhotes). Estas anomalias, contudo, também podem ser consequência de consangüinidade (Coimbra-Filho, 1971).

Segundo Vivo (1991, *apud* Auricchio, 1995) e Marroig (1995), todos os *taxa* do gênero *Callithrix* podem ser distinguidos por caracteres de pelagem e coloração, o que parece ser um padrão geral para toda a família Callitrichidae. Indivíduos híbridos podem apresentar coloração similar à dos pais, mas geralmente, exibem padrões intermediários (Mendes, 1997a). De acordo com Veracini *et al.* (2002), espécimes híbridos apresentam padrões vocais também intermediários entre as duas espécies próximas. Coimbra-Filho *et al.* (1993) afirmam que, em geral, a hibridação natural

entre as diferentes formas de *Callithrix* é rara e localizada nas bordas / limites de suas áreas geográficas naturais.

Mendes (1997b) afirma que entre *C. flaviceps* e *C. geoffroyi* existe, na natureza, um claro mecanismo de isolamento reprodutivo, provavelmente comportamental ou ecológico, já que numa mesma localidade podem ser encontrados indivíduos com fenótipo típico de cada espécie, além de híbridos. Não há verdadeiramente uma zona de intergradação, mas, aparentemente, eventos de hibridação entre duas espécies, em região de relevo bastante irregular, onde suas áreas de distribuição geográfica se encontram.

Segundo Mendes (1997b), não há casos de hibridação natural entre estas espécies. Citando o exemplo do Parque Estadual do Rio Doce, no Estado de Minas Gerais (onde há confluência dos limites de distribuição de *C. aurita*, *C. geoffroyi* e *C. flaviceps*, além de evidência da introdução de *C. penicillata*), Mendes (1997b) afirma que existe uma clara tendência à hibridação entre essas espécies e acredita que, caso a população introduzida seja pequena, comparada à população nativa, a tendência é o desaparecimento do fenótipo introduzido, por seleção natural contrária aos híbridos e por queda progressiva de sua frequência gênica na população. Por outro lado, em casos de introduções maciças e dificuldades de adaptação à nova realidade pela espécie residente, pode ocorrer um fenômeno inverso.

Resultados obtidos através de várias hibridações experimentais indicam que, quanto à fertilidade e viabilidade dos descendentes, alguns indivíduos são relativamente bem sucedidos; outros, apesar do aparente estado orgânico considerado ótimo, parecem não possuir boa fertilidade (Coimbra-Filho, 1978). Estudos posteriores com hibridação (Coimbra-Filho *et al.*, 1983; Coimbra-Filho *et al.*, 1993) confirmam não só a fertilidade interespecífica entre as cinco espécies utilizadas nos experimentos (*C. jacchus*, *C. penicillata*, *C. geoffroyi*, *C. aurita* e *C. flaviceps*), demonstrando que os híbridos de todas essas espécies são geneticamente férteis, mas também que sua descendência é bem mais vigorosa que a das espécies maternas.

A comprovação de fertilidade entre as espécies de *Callithrix* (Coimbra-Filho *et al.*, 1993) pode representar uma alternativa para se evitar a degeneração genética das espécies ameaçadas, no caso de suas populações ficarem reduzidas a poucos indivíduos, com risco de desaparecimento (Coimbra-Filho *et al.*, 1991). Através de cruzamentos absorventes sucessivos para aumentar a concentração de genes das

espécies ameaçadas, partindo de retrocruzamentos, pode-se obter indivíduos “puros por cruza”, com finalidade de salvaguardar o maior número possível de genes das espécies ameaçadas, colaborando parcialmente para a sua preservação (Coimbra-Filho *et al.*, 1991).

A prole resultante de duas espécies consideradas puras possui características intermediárias dos ascendentes, não havendo geralmente dominância de uma espécie sobre a outra (Coimbra-Filho, 1970). No entanto, se esses indivíduos híbridos tem a possibilidade de realizar retrocruzamentos com uma das espécies paternas (Mallet, 2005), pode haver um desequilíbrio nesta dominância.

Na área do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, foi observada uma variação das características fenotípicas dos híbridos de *Callithrix* encontrados ao longo de cinco anos. Em 2005, foram encontrados indivíduos que não correspondiam à descrição exata de nenhuma das três espécies procuradas - *C. aurita*, *C. jacchus* e *C. penicillata* (Figura 39) (Pereira, 2006).



Figura 39 - Híbrido de *Callithrix* adulto observado no PARNASO, Teresópolis, RJ . Foto de Daniel Pereira, 2005.



Em 2007, já durante este trabalho, foram encontrados no mesmo grupo indivíduos fenotipicamente sem base para comparação com as espécies estudadas (Figura 40) e outros que já apresentavam algumas características mais próximas de *C. aurita* (Figura 41).



Figura 40 - Híbrido de *Callithrix* jovem observado no PARNASO, Teresópolis, RJ . Foto de Daniel Pereira, 2007.

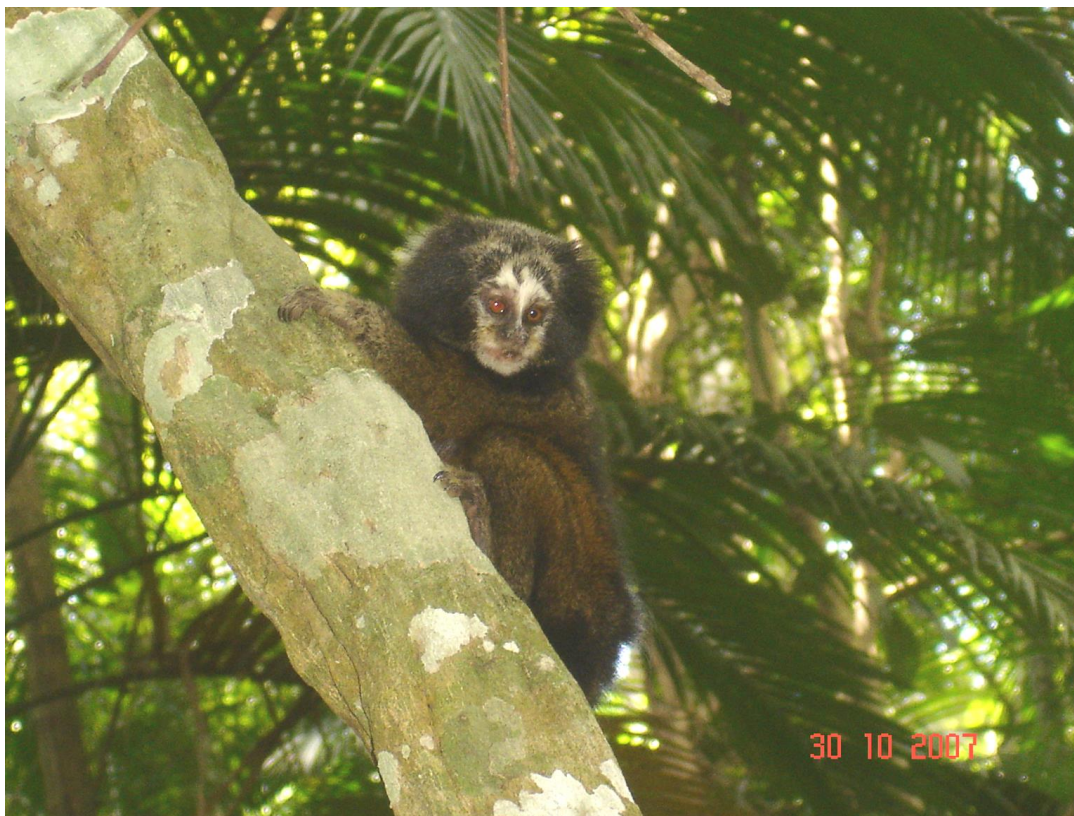


Figura 41 - Híbrido de *Callithrix* jovem observado no PARNASO, Teresópolis, RJ, com pelagem mais próxima a de *C. aurita*. Foto de Daniel Pereira, 2007.

No ano de 2008, praticamente todo o grupo encontrado apresentava características fenotípicas intermediárias, mas mais próximas de *C. aurita* (Figuras 42 e 43). Este grupo foi capturado e levado para o CPRJ / INEA; ao comparar os indivíduos deste grupo entre si e depois com um exemplar de *C. aurita*, pôde-se constatar que ainda existe uma variação individual dentro do mesmo grupo e uma grande diferença fenotípica para a espécie pura *C. aurita* (Figuras 44 a 47).



Figura 42 - Híbridos de *Callithrix* adultos observados no PARNASO, Teresópolis, RJ. Foto de Daniel Pereira, 2008.



Figura 43 - Híbrido de *Callithrix* adulto observado no PARNASO, Teresópolis, RJ .  
Foto de Daniel Pereira, 2008.



Figura 44 - Grupo anestesiado formado por híbridos de *Callithrix*, capturado no PARNASO, Teresópolis, RJ, e em cativeiro no CPRJ / INEA. Foto de Daniel Pereira, 2009.



Figura 45 - Indivíduos anestesiados do grupo híbrido de *Callithrix* comparados com indivíduo *C. aurita* (4º da esquerda para a direita) anestesiado no CPRJ / INEA. Foto de Daniel Pereira, 2009.



Figura 46 - Indivíduos anestesiados do grupo híbrido de *Callithrix* comparados com indivíduo *C. aurita* (1º da esquerda para a direita) anestesiado no CPRJ / INEA. Foto de Daniel Pereira, 2009.



Figura 47 - Filhotes (irmãos) anestesiados do grupo híbrido de *Callithrix* no CPRJ / INEA – notar a variação fenotípica. Foto de Daniel Pereira, 2009.

### 7.3- Recomendações:

Quando se pensa em manejo de EEI, geralmente existe alguma espécie nativa implicada no processo e que está sendo afetada pela invasão biológica. Infelizmente, este processo pode ser lento para a escala temporal humana, o que dificulta seu monitoramento e compreensão. Além disso, instituições públicas contribuíram, no passado, para a situação atual, através de solturas não notificadas e/ou feitas sem o menor critério.

Dentro do Plano de Controle de Espécies Exóticas Invasoras no Estado do Paraná, Patrocínio (2009) define como objetivo geral do Plano de Controle dos Sagüis:

- Controlar e erradicar os sagüis no Estado do Paraná, especialmente nas Unidades de Conservação, visando assegurar a manutenção das populações silvestres existentes e preservar os seus habitats.

Para atingir estas metas, Patrocínio (2009) propõe diversos objetivos específicos em diferentes áreas temáticas. Os mais relevantes para o caso de *C. aurita* no PARNASO são:

- Definição do destino dos sagüis invasores capturados.
- Estabelecimento de protocolos para levantamento e monitoramento das populações de sagüis invasores.
- Realização de diagnóstico dos fragmentos já ocupados pelos sagüis invasores nas áreas de entorno das Unidades de Conservação.
- Elaboração e efetivação de um plano de monitoramento dos sagüis invasores pré e pós-realização das atividades de controle da espécie.
- Conscientização da comunidade do entorno das Unidades de Conservação.
- Fiscalização preventiva e combate ao tráfico de animais.
- Experimentos de manejo e controle das espécies.

No caso de *C. aurita*, as principais recomendações para sua conservação incluem pesquisas para o registro de outras populações em áreas de distribuição livres de invasão, para que se possa avaliar as chances de recuperação populacional e sobrevivência da espécie. A criação de novas Unidades de Conservação deve ser estimulada, assim como estudos mais aprofundados sobre a espécie nos locais já conhecidos de ocorrência, além de um programa seguro de criação em cativeiro (Melo & Rylands, 2008).

Os impactos da invasão biológica devem ser mitigados, buscando a remoção de todos os indivíduos exóticos invasores, além dos híbridos que venham a ser encontrados. Deve-se criar ou reforçar programas de educação ambiental, apresentando a espécie nativa para as populações do entorno das áreas protegidas onde ocorre, demonstrando seu valor como patrimônio natural e ressaltando sua endemidade. A sociedade deve ser orientada, principalmente, para não soltar nem alimentar sagüis invasores, combatendo, assim, novas introduções e a manutenção dos indivíduos na região (Pereira *et al.*, 2008) (Figura 48).

# Seja legal

Não capture, não compre, não venda animais silvestres

A Associação Mico-Leão-Dourado, a UENF - Universidade Estadual do Norte Fluminense e o IBAMA precisam da sua ajuda para combater dois graves problemas ambientais de nossa região:

**O tráfico de animais silvestres**  
**As espécies invasoras**

Nossa região é uma das mais ricas em biodiversidade do mundo - trata-se de um patrimônio nacional do qual depende nossa qualidade de vida. A entrada e reprodução de animais e plantas em nossa região vindos de outros países ou mesmo de outras regiões do Brasil, representam uma ameaça às nossas espécies de fauna e flora, trazendo doenças, competindo por alimentos e abrigo, se alimentando de espécies nativas, e muitas vezes causando prejuízos econômicos e problemas de saúde pública.

São exemplos de espécies invasoras em nossa região:

- **Sagüi ou mico-estrela** são duas espécies: uma da Mata Atlântica do Nordeste e outra do Cerrado; esses animais são comprados por turistas ou trazidos por traficantes de animais e acabam sendo soltos nas florestas do Estado do Rio de Janeiro, das quais não fazem parte - com isso ameaçam as espécies nativas como o mico-leão-dourado, que só existe nas florestas de baixada costeira fluminense; às vezes agentes fiscalizadores desinformados também promovem a soltura de sagüis e de outros animais apreendidos em locais onde não são nativos.
- **Caramujo africano** sua criação foi incentivada numa tentativa de substituir o glamouroso scargot francês, mas o público não engoliu; as criações foram abandonadas e os animais se proliferaram, invadindo áreas urbanas, rurais e naturais, levando doenças e causando danos à vegetação nativa e prejuízos na agricultura.



Seja legal

Não solte animais silvestres na natureza sem saber de onde vêm.

Na condição de invasoras, estas espécies são verdadeiras vilãs da história. Por outro lado, não passam de vítimas do tráfico de animais e da falta de conhecimento das pessoas que tentam criá-las, ou dos próprios agentes fiscalizadores que as introduzem onde não existem.

Se você tem em casa mico-estrela ou sagüis, ou qualquer outra espécie da fauna silvestre, não os solte: Soltar animais de estimação na floresta é crueldade, eles passam fome e frio e podem transmitir doenças para os animais silvestres. Muitos deles inclusive morrem em pouco tempo.

**SE VOCÊ:**

- Tem informações sobre tráfico de animais silvestres, denuncie ao IBAMA. As denúncias podem ser anônimas;
- Tem animal silvestre em cativeiro, não o solte; você pode entregá-lo voluntariamente ao CETAS/IBAMA sem receber multa ou qualquer outra punição;
- Sabe de locais onde sagüis foram soltos recentemente, comunique o fato pelos endereços [luiz.moraes@ibama.gov.br](mailto:luiz.moraes@ibama.gov.br) ou [sagui@micoleao.org.br](http://sagui@micoleao.org.br)

Ligue para o IBAMA (21) 2682-8311

CETAS - Centro de Triagem de Animais Silvestres






Figura 48 - Folder de esclarecimento sobre o tráfico de animais e o problema das espécies exóticas invasoras (AMLD / UENF / IBAMA).

Outra opção é a erradicação, única opção que elimina os riscos para as populações da espécie nativa, seja pela remoção dos indivíduos, pela esterilização (redução da natalidade) ou por uma combinação das duas. A remoção apresenta dificuldades logísticas quanto à captura, transporte, alimentação e quanto ao destino dos animais; a esterilização, quanto ao bem-estar animal e aos custos dos procedimentos (Morais Jr. *et al.*, 2008).

O manejo efetivo de Unidades de Conservação precisa incluir um sistema permanente de prevenção e detecção precoce da chegada de espécies exóticas, assim como um bom diagnóstico de espécies já existentes. A detecção precoce e a ação imediata constituem as formas mais eficientes e de mais baixo custo para combater EEI's e manter um trabalho de prevenção a novas invasões. Ainda assim, o controle é essencial. Não se pode jamais desistir de fazê-lo: a batalha jamais está perdida, e controlar espécies invasoras é o mínimo que se pode fazer, buscando sempre práticas de alta eficiência e baixo custo que, em muitos casos, são alcançadas com prática e experiência, ao longo do tempo (Ziller, 2006).



A promoção de educação ambiental e conscientização das comunidades devem ter como objetivos evitar novas introduções ou reduzir a um nível menor do que a taxa de mortalidade ou remoção dos indivíduos invasores (Morais Jr. *et al.*, 2008). O combate deve ter a finalidade de reduzir riscos de introduções não-intencionais ou não-autorizadas; o controle e a erradicação terão mais possibilidades de êxito se forem apoiados por comunidades locais, setores e/ou grupos apropriados.

Em síntese:

- Todos os híbridos de *Callithrix*, bem como os indivíduos da espécie *C. penicillata* devem ser retirados do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, como forma de preservar o patrimônio genético de *C. aurita*.
- Com base na crítica situação em que *C. aurita* se encontra na natureza, particularmente na área do Corredor de Biodiversidade da Serra do Mar – Mosaico Mata Atlântica Central Fluminense, propõe-se ao Comitê Nacional para Conservação e Manejo dos Calitriquídeos da Mata Atlântica (CPB / ICMBIO) a mudança de categoria de ameaça em que se encontra esta espécie.

**REFERÊNCIAS:**

- ABOU-MADI, N. 1999. *Hematología y química clínica*. P. 168-188. In: Sodaro, V., Saunders, N. (Eds.). *Manual para el mantenimiento de callitrichidos*. Primates Neotropicales Taxon Grupo Asesor. Segunda Impresión. 234 p.
- AGUIRRE, A. A.; OSTFELD, R. S.; TABOR, G. M.; HOUSE, C.; PEARL, M. C. (eds.) 2002. *Conservation medicine: ecological health in practice*. Oxford University Press. 407 p.
- ALLENDORF, F. W.; LEARY, R. F.; SPRUELL, P.; WENBURG, J. K. 2001. *The problems with hybrids: setting conservation guidelines*. Trends in Ecology and Evolution, 16 (11): 613-622.
- ALMEIDA, C. A. S.; BONVICINO, C. R.; LACHTERMACHER, M.; MOREIRA, M. A. M.; OLÍCIO, R.; SEUÁNEZ, H. N. 2001a. *Técnicas de avaliação da diversidade genética*. In GARAY, I.; DIAS, B. *Conservação da Biodiversidade em Ecossistemas Tropicais*. Petrópolis: Vozes. 430p.
- ALMEIDA, M. F.; MASSAD, E.; AGUIAR, E. A. C.; MARTORELLI, L. F. A.; JOPERT A. M. S. 2001b. *Neutralizing antirabies antibodies in urban terrestrial wildlife in Brazil*. Journal of Wildlife Diseases 37 (2): 394-398.
- ALMOSNY, N. R. P. 2009. *Patologia clínica em primatas*. In: Kindlovits, A., Kindlovits, L. M. *Clínica e terapêutica em primates neotropicais*. 2ª Edição – Rio de Janeiro: L. F. Livros. 535 p.
- ALMOSNY, N. R. P.; MONTEIRO, A. O. 2007. *Patologia clínica*. P. 939-966. In: Cubas, Z. S., Silva, J. C. R., Catão-Dias, J. L. *Tratado de animais selvagens – Medicina Veterinária*. São Paulo: Roca.
- ALVES, S. L. 2005. *Records of primates at Itatiaia National Park, Brazil*. Neotropical Primates, 13 (2): 36-37.
- AMOY, R. A. 2006. *Princípio da Precaução e estudo do impacto ambiental no direito brasileiro*. Revista da Faculdade de Direito de Campos, VII (8): 607-668.
- ANDRADE, C. C. F. 2006. *Estudo da estrutura genética das populações de saguis (Callithrix spp.) introduzidos na Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio São João / Mico-leão Dourado, no Estado do Rio de Janeiro*. Dissertação de Mestrado. Centro de Biociências e Biotecnologia – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 44 p.
- ANDRADE, M. C. R.; OLIVEIRA, A. N.; ROMIJN, P. C.; KIMURA, L. M. S. 1999. *Resposta imune produzida por vacinas anti-rábicas em sagüis (Callithrix sp)*. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, 32(5): 533-540.

ANJOS, L. A.; ROCHA, C. F. D. 2008. *A lagartixa Hemidactylus mabouia Moreau de Jonnes, 1818 (Gekkonidae): uma espécie exótica e invasora amplamente estabelecida no Brasil*. *Natureza & Conservação*, 6(1): 78-89.

AOKI, E.; DOMINGOS, S.; TAKEHANA, Y. Y.; COTTINI, P. O.; BOHLAND, E. 2001. *Valores de proteínas totais, albumina, fibrinogênio, eritrograma e contagem total de leucócitos de saguis (Callithrix jacchus e Callithrix penicillata) criados no Parque das Hortênsias- Zoológico Municipal de Taboão da Serra*. *Anais do V Congresso e X Encontro da Associação Brasileira de Veterinários de Animais Selvagens – ABRAVAS, São Paulo / SP*, p. 50.

AURICCHIO, P. 1995. *Primatas do Brasil*. São Paulo: Terra Brasilis. 168 p.

BARINO, G. T. M. 2008. *Padrão hematológico de fêmeas de Callithrix penicillata ÉTIENNE GEOFFROY, 1812 (Primates: Cebidae)*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas – Comportamento e Biologia Animal. Instituto de Ciências Biológicas. Universidade Federal de Juiz de Fora. 65 p.

BATISTA, J. S., BEZERRA, F. S. B., AGRA, E. G. D., CALADO, E. B., GODÓI, R. M., RODRIGUES, C. M. F., NUNES, F. C. R., BLANCO, B. S. 2009. *Efeitos da contenção física e química sobre os parâmetros indicadores de estresse em catetos (Tayassu tajacu)*. *Acta Veterinaria Brasilica*, 3 (2): 92-97.

BEGOTTI, R. A.; LANDESMANN, L. F. 2008. *Predação de ninhos por um grupo híbrido de saguis (Callithrix jacchus / penicillata) introduzidos em área urbana: implicações para a estrutura da comunidade*. *Neotropical Primates*, 15 (1): 28-29.

BENNETT, J. S., GOSSETT, K. A., MCCARTHY, M. P., SIMPSON, E. D. 1992. *Effects of ketamine hydrochloride on serum biochemical and hematologic variables in rhesus monkeys (Macaca mulatta)*. *Veterinary Clinical Pathology*, 21 (1): 15-18.

BENIRSCHKE, K.; KUMAMOTO, A. T. 1991. *Mammalian cytogenetics and conservation of species*. *J. Hered.*, 82 (3): 187-91.

BERGALLO, H. G.; GEISE, L.; BONVICINO, C. R.; CERQUEIRA, R.; D'ANDREA, P. S.; ESBERARD, C. E.; FERNANDEZ, F. A. S.; GRELE, C. E.; PERACCHI, A.; SICILIANO, S.; VAZ, S. M. 2000. *Mamíferos*. In: Bergallo, H. G., Rocha, C. F. D., Alves, M. A. S., Van Sluys, M. *A fauna ameaçada de extinção do estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: EdUERJ. 168 p.

BERNARDO, C. 2004. *A eficácia da lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – lei 9.985 / 2000: o caso do Parque Nacional da Serra dos Órgãos*. Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental (PGCA) – Instituto de Geociências – Universidade Federal Fluminense (UFF). 153 p.

BICCA-MARQUES, J. C.; SILVA, V. M.; GOMES, D. F. 2006. *Ordem Primates*. In: Reis, N. R., Peracchi, A. L., Pedro, W. A., Lima, I. P. (Eds.). *Mamíferos do Brasil*. Londrina: Nélío dos Reis, 437 p.

BOERE, V.; PALUDOB, G. R.; PIANITA, T.; CANALE, G.; TOMAZ, C. 2003. *Effects of novelty, isolation stress, and environmental enrichment on some haematological parameters in marmosets (Callithrix penicillata)*. The International Journal of Veterinary Medicine. Disponível em: <http://www.priory.com/vet/marmoset.htm>

BOUBLI, J. P. 2002. *Western extension of the range of bearded sakis: a possible new taxon of Chiropotes sympatric with Cacajao in the Pico da Neblina National Park*. Neotropical Primates, 10 (1): 1-17.

BOVENDORP, R. S.; GALETTI, M. 2007. *Density and population size of mammals introduced on a land-bridge island in southeastern Brazil*. Biological Invasions, 9: 353-357.

BRANDÃO, L. D.; DEVELEY, P. F. 1998. *Distribution and Conservation of the Buffy Tufted-Ear Marmoset, Callithrix aurita, in Lowland Coastal Atlantic Forest, Southeast Brazil*. Neotropical Primates, 6 (3): 86-88.

BRANDÃO, L. D. 1999. *Distribuição altitudinal e ambiente preferencial de Callithrix aurita Humboldt, 1812 (Callitrichidae, Primates) na Estação Ecológica de Bananal, Serra da Bocaina, São Paulo, Brasil*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências – Universidade de São Paulo. 96 p.

BRANDÃO, T. 2006. *Espécies invasoras: prejuízo de US\$ 50 bilhões*. In: O GLOBO, p. 32, Rio de Janeiro.

BRANDÃO, T. 2007. *Micos-estrelas dominam selva urbana carioca*. In: O GLOBO, p. 28, Rio de Janeiro.

BRIANI, D. C.; SANTORI, R. T.; VIEIRA, M. V.; GOBBI, N. 2001. *Mamíferos não-voadores de um fragmento de mata mesófila semidecídua do interior do estado de São Paulo, Brasil*. HOLOS Environment, 1 (2): 141-149.

BRIGHT, C. 1999. *Globalization at work: Invasive species: Pathogens of globalization*. Foreign Policy, 116, 51-64.

BUCKLAND, S. T.; ANDERSON, D. R.; BURNHAM, K. P.; LAAKE, J. L.; BORCHERS, D. L.; THOMAS, L. 2001. *Introduction to distance sampling. Estimating abundance of biological populations*. Oxford University Press. 432 p.

BURITY, C. H. F.; PISSINATTI, A.; SOUZA, A. M. 2007. *Morphometry and allometry of outer body in three species of the genus Callithrix Erxleben, 1777 (Callitrichidae, Primates)*. Revista Brasileira de Zoociências, 9 (2): 177-184.

CARROL, J. B. (Ed.). 2002. *Guia de Maneio da EAZA para Calitricídeos*. Tradução: Patrícia Vilarinho Amaral – Zoo de Lisboa. EAZA / Bristol Zoo Gardens. 137 p.

CASAGRANDE, R. A. 2007. *Herpesvirus simplex Tipo 1 (HSV-1) em sagüis (Callithrix jacchus e Callithrix penicillata) – caracterização anatomopatológica e molecular*. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 110 p.

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.

CASTRO, C. S. S., ARAÚJO, A. 2004. *Interações agonísticas entre grupos de sagüis (Callithrix jacchus): defesa de recursos ou localização de parceiros sexuais extra-grupo?* A Primatologia no Brasil, vol. 9, pp. 201-212.

CASTRO, M. P.; NAKAGE, A. P. M.; BARBANTE, P.; AMARAL, J. M. G.; DE JONG, D.; MARINHEIRO, M. T.; HOPPE, E. G. L.; NETO, G. G.; ANDRADE, T. M.; RODRIGUES, R. 2003. *Avaliação hematológica de macacos-prego (Cebus apella, Linnaeus, 1758) de vida livre*. Anais do VII Congresso e XII Encontro da Associação Brasileira de Veterinários de Animais Selvagens – ABRAVAS, São Pedro – SP, p. 50-51.

CAVALCANTI, S. M. C. 2003. *Manejo e controle de danos causados por espécies da fauna*. In: Cullen Jr., L., Rudran, R., Valladares-Padua, C. (org.). Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre. Curitiba: Ed. da UFPR; Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. 667 p.

CERQUEIRA, R.; MARROIG, G.; PINDER, L. 1998. *Marmosets and lions-tamarins distribution (Callitrichidae, Primates) in Rio de Janeiro State, South-eastern Brazil*. Mammalia, t. 62, nº 2: 213-226.

CEZAR, F. G.; ABRANTES, P. C. C. 2003. *Princípio da Precaução: considerações epistemológicas sobre o princípio e sua relação com o processo de análise de risco*. Cadernos de Ciência e Tecnologia, Brasília, 20 (2): 225-262.

CFMV (Conselho Federal de Medicina Veterinária). 2002. *Resolução nº 714 – Dispõe sobre procedimentos e métodos de eutanásia em animais, e dá outras providências*. Publicada no Diário Oficial da União de 21-06-2002, Seção 1, pág. 201. 06 p.

CHAPMAN, C. A.; ONDERDONK, D. A. 1998. *Forest without primates: primate / plant codependency*. American Journal of Primatology, 45:127-141.

CHIARELLO, A. G., AGUIAR, L. M. S., CERQUEIRA, R., MELO, F. R., RODRIGUES, F. H. G., SILVA, V. M. F. 2008. *Mamíferos ameaçados de extinção no Brasil*. Pp. 681-880. In: Machado, A. B. M.; Drummond, G. M.; Paglia, A. P. (Eds.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. 1ª Edição – Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas. Biodiversidade 19, 1420 p.

CHOONG-YONG K., HYUN-SOOK L., SU-CHEOL H., JEONG-DOO H., MYUNG-SANG K., CHANG-SU H., SANG-SEOP H. 2005. *Hematological and serum biochemical values in cynomolgus monkeys anesthetized with ketamine hydrochloride*. Journal of Medical Primatology, 34 (2): 96-100.

CLARKE, J. M. 1994. *The common marmoset (Callithrix jacchus)*. Anzccart News, 7 (2): 1-8.

CODENOTTI, T. L.; SILVA, V. M. 2004. *Resultados da enquete sobre ocorrência de primatas no Rio Grande do Sul, Brasil*. Neotropical Primates, 12 (2): 83-89.

COELHO, N. L. G. 2009. *Influência de fatores individuais e sociais sobre as repostas endócrina e comportamental de Callithrix jacchus a desafios ambientais físicos e sociais*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação em Psicobiologia – Universidade federal do Rio Grande do Norte. 170 p.

COIMBRA-FILHO, A. F.; MAGNANINI, A. 1968. *Animais raros ou em vias de desaparecimento no Brasil*. Separata do “Anuário Brasileiro de Economia Florestal”, nº 19, p. 149 a 177. Instituto Brasileiro de Economia Florestal – Rio de Janeiro – Brasil.

COIMBRA-FILHO, A. F. 1970. *Acerca de um caso de hibridismo entre Callithrix jacchus (Linnaeus, 1758) X Callithrix geoffroyi (Humboldt, 1812) (Callitrichidae, Primates)*. Revista Brasileira de Biologia, 30 (4): 507-517.

COIMBRA-FILHO, A. F. 1971. *Os sagüis do gênero Callithrix da região oriental brasileira e um caso de duplo-hibridismo entre três de suas formas (Callitrichidae, Primates)*. Revista Brasileira de Biologia, 31 (3): 377-388.

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.; MAIA, A. A. 1976. *Hibridismo de macho Callithrix geoffroyi (Humboldt, 1812) X fêmea Callithrix jacchus (Linnaeus, 1758) e criação artificial de filhote híbrido (Callitrichidae, Primates)*. Revista Brasileira de Biologia, 36 (3): 665-673.

COIMBRA-FILHO, A. F. 1978. *Sobre um caso de triplo-hibridismo em Callithrix (Callitrichidae, Primates)*. Revista Brasileira de Biologia, 38 (1): 61-71.

COIMBRA-FILHO, A. F. 1983a. *Situação atual dos calitriquídeos que ocorrem no Brasil*. Anais do I Congresso Brasileiro de Primatologia, Belo Horizonte – Minas Gerais, p. 15-33.

COIMBRA-FILHO, A. F. 1983b. *Update in the Rio de Janeiro Primate Center*. IUCN / SSC Primate Specialist Group Newsletter, nº 3: 36-37.

COIMBRA-FILHO, A. F.; VALLADARES-PADUA, C. B.; SILVA, R. R.; PISSINATTI, A.; FISCHER, L. R. B. 1983. *A ciência primatológica e o Centro de Primatologia do Rio de Janeiro (CPRJ)*. Symp. de Primatología, 9-15 oct., Arequipa – Peru, p. 259-270.

COIMBRA-FILHO, A. F. 1990. *Sistemática, distribuição geográfica e situação atual dos símios brasileiros (Platyrrhini:Primates)*. Revista Brasileira de Biologia 50: 1063-1079.

COIMBRA-FILHO, A. F. 1991. *Apontamentos sobre Callithrix aurita (E. Geoffroy, 1812), um sagüi pouco conhecido (Callitrichidae, Primates)*. Pp. 145-158. In: Rylands, A. B. & Bernardes, A.T. (eds.). *A Primatologia no Brasil – Vol. 3*. Belo Horizonte, Fundação Biodiversitas e Sociedade Brasileira de Primatologia.

COIMBRA-FILHO, A. F.; PISSINATTI, A.; SILVA, R. R. 1991. *Hibridismo e duplo-hibridismo em Leontopithecus (Callitrichidae, Primates)*. *A Primatologia no Brasil – 3*, pp. 89-95.

COIMBRA-FILHO, A. F.; PISSINATTI, A.; RYLANDS, A. B. 1993. *Experimental multiple hybridism among Callithrix species from eastern Brazil*. In: Rylands, A. B. (Ed.) *Marmosets and Tamarins: Systematics, Ecology and Behaviour*, pp. 95-120. Oxford University Press. 396 p.

COIMBRA-FILHO, A. F. 2004. *Os primórdios da primatologia no Brasil*. *A Primatologia no Brasil – 8*, pp.11-35.

CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA (CDB). s. d. *Decisão VI/23*. Disponível em: <http://www.biodiv.org/decisions/default.aspx?dec=Vi/23> Acesso em 09/01/2009.

CORRÊA, H. K. M. 1995. *Ecologia e comportamento alimentar de um grupo de sagüis-da-serra-escuros (Callithrix aurita E. Geoffroyi 1812) no Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Cunha, São Paulo, Brasil*. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre – Instituto de Ciências Biológicas – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – Minas Gerais. 79 p.

CORRÊA, H. K. M.; COUTINHO, P. E. G. 1997. *Fatal attack of a pit viper, Bothrops jararaca, on an infant buffy-tufted-ear marmoset (Callithrix aurita)*. *Primates*, 38 (2): 215-217.

CORRÊA, H. K. M.; COUTINHO, P. E. G.; FERRARI, S. F. 1999. *Diferenças interanuais na ecologia alimentar de sagüis-da-serra (Callithrix aurita e Callithrix flaviceps)*. Livro de Resumos do IX Congresso Brasileiro de Primatologia – Sociedade Brasileira de Primatologia, 25-30 de julho, p. 71-72.

CORRÊA, H. K. M.; COUTINHO, P. E. G.; FERRARI, S. F. 2000. *Between-year differences in the feeding ecology of highland marmosets (Callithrix aurita and Callithrix flaviceps) in southeastern Brazil*. *J. Zool. London*, 252: 421-427.

CORTÉS-ORTIZ, L.; DUDA, T. F. J. R.; CANALES-ESPINOSA, D.; GARCÍA-ORDUÑA, F.; RODRÍGUEZ-LUNA, E.; BERMINGHAM, E. 2007. *Hybridization in large-bodied New World Primates*. *Genetics* 176: 2421-2425.

COSENZA, B. A. P.; MELO, F. R. 1998. *Primates of the Serra do Brigadeiro State Park, Minas Gerais, Brazil*. *Neotropical Primates* 6(1): 18-20.

COSTA, L. P.; LEITE, Y. L. R.; MENDES, S. L.; DITCHFIELD, A. D. 2005. *Conservação de mamíferos no Brasil*. *Megadiversidade*, 1 (1): 103-112.

COUTINHO, P. E. G. 1996. *Comportamento reprodutivo de um grupo de Callithrix aurita (Platyrrhini, Primates) no Parque Estadual Serra do Mar, núcleo Cunha, São Paulo, Brasil*. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Pará / Museu Paraense Emílio Goeldi / Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Belém. 83 p.

COUTINHO, P. E. G.; CORRÊA, H. K. M. 1995. *Polygyny in a free ranging group of buffy-tufted-ear marmosets, Callithrix aurita*. Folia Primatologica, 65 (1): 25-29.

CRONEMBERGER, C.; VIVEIROS DE CASTRO, E. B. 2007. *Parque Nacional da Serra dos Órgãos: uma visão geral*. Pp. 11-23. In: Cronemberger, C., Viveiros de castro, E. B. (Orgs.) *Ciência e Conservação na Serra dos Órgãos*. Brasília: Ibama, 298 p.

CULLEN JR., L.; RUDRAN, R. 2003. *Transectos lineares na estimativa de densidade de mamíferos e aves de médio e grande porte*. In: Cullen Jr., L., Rudran, R., Valladares-Padua, C. (org.). *Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre*. Curitiba: Ed. da UFPR; Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. 667 p.

CUNHA, A. A. 2003. *Primates in the Serra dos Órgãos National Park: new records*. Neotropical Primates, 11 (1), 49-51.

CUNHA, A. A. 2004a. *Additional records of primates in the Serra dos Órgãos National Park*. Neotropical Primates (News) 12 (1): 30-31.

CUNHA, A. A. 2004b. *Mudanças históricas e ameaças atuais à comunidade de grandes vertebrados da Serra dos Órgãos*. CD-ROM Encontro de Pesquisadores do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, 01 e 02 de dezembro de 2004. IBAMA / MMA: Parque Nacional da Serra dos Órgãos.

CUNHA, M. S.; LOPES, D. R.; SOUSA, M. B. C. 2005. *Variação na contagem de leucócitos em Callithrix jacchus (Linnaeus, 1758) submetidos a uma situação de estresse agudo*. Revista Brasileira de Zootecias - Juiz de Fora, 7 (2): 203-215.

CUNHA, A. A.; VIEIRA, M. V.; GRELE, 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 Ecosyst, 9: 351-359.

CUNHA, A. A. 2007. *Alterações na composição da comunidade e o status de conservação dos mamíferos de médio e grande porte da Serra dos Órgãos*. Pp. 211-224. In: Cronemberger, C., Viveiros de Castro, E. B. (Org.) *Ciência e conservação na Serra dos Órgãos*. Brasília: Ibama, 298 p.

DALLARI, S. G.; VENTURA, D. F. L. 2002. *O Princípio da Precaução: dever do Estado ou protecionismo disfarçado?* São Paulo em Perspectiva, 16 (2): 53-63.



- DAVID, V. A. 2005. *Padrão de atividades, ecologia alimentar e área de vida de um grupo de Callithrix penicillata (Humboldt, 1812) (Primates, Callitrichidae) (sagüi-de-tufos-pretos)*. Dissertação (Mestrado), Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. 93 p.
- DAVIS, M. A.; THOMPSON, K.; GRIME, J. P. 2001. *Charles S. Elton and the dissociation of invasion ecology from the rest of ecology*. Diversity and Distribution, 7: 97-102.
- DEFLER, T. R.; BUENO, M. L. 2007. *Aotus diversity and the species problem*. Primate Conservation, 22: 55-70.
- DELARIVA, R. L., AGOSTINHO, A. A. 1999. *Introdução de espécies: uma síntese comentada*. Acta Scientiarum, 21 (2): 255-262.
- DI FIORE, A.; SUAREZ, S. A. 2007. *Route-based travel and shared routes in sympatric spider and woolly monkeys: cognitive and evolutionary implications*. Animal Cognition, 10: 317-329.
- DINIZ, L. S. M. 1997. *Primatas em cativeiro: manejo e problemas veterinários: enfoque para espécies neotropicais*. São Paulo, Ícone: 196 p.
- FAGUNDES, V. 2005. *Conservation genetics of the muriqui: past, present and future*. Neotropical Primates, 13 (Supplement): 85-91.
- FARIAS, J. K. N. P. 2002. *Revisão bibliográfica das estratégias reprodutivas do Callithrix jacchus*. Monografia – Especialização em Psicobiologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 27p.
- FERNANDES, P. A.; VERONA, C. E., ARAÚJO, A. J. G.; RUIZ-MIRANDA, C. R.; JANSEN, A. M.; VARELLA, C. 2008. *Influências ambientais sobre a hematologia de sagüi-de-tufo-branco (Callithrix jacchus) selvagens*. Anais do XXXII Congresso Anual da Sociedade de Zoológicos do Brasil. Sorocaba – SP. 30 de março a 04 de abril de 2008.
- FERREIRA, M. E.; GRATTAPAGLIA, D. 1996. *Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética*. 2ª Edição. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento – MA / Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA / Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia – CENARGEN.
- FERREIRA, V. R.; VIANNA, M. F.; BELLUCI, M. S. P.; RODRIGUES, D. P. 2008. *Levantamento de espécies recebidas no Zoológico da cidade do Rio de Janeiro no ano de 2007*. Anais do XXXII Congresso Anual da Sociedade de Zoológicos do Brasil. Sorocaba – SP. 30 de março a 04 de abril de 2008.
- FILGUEIRAS, A. L. L.; VERONA, C. E.; ESTEVES, W. T. C.; DUQUE, S. S.; MENDES, G. S.; FLORES, L. A.; THOMÉ, J. D. S. 2008. *Pesquisa de Campylobacter em sagüi-de-tufo-branco (Callithrix jacchus) selvagens no Estado*

do Rio de Janeiro. Anais do XXXII Congresso Anual da Sociedade de Zoológicos do Brasil. Sorocaba – SP. 30 de março a 04 de abril de 2008.

FITZSIMMONS, N. N.; MORITZ, C.; MOORE, S. S. 1995. *Conservation and dynamics of microsatellite loci over 300 million years of marine turtle evolution*. Molecular Biology and Evolution, 12: 432-440.

FLAIBAN, K. K. M. C.; SPOHR, K. A. H.; MALANSKI, L. S.; SVOBODA, W. K.; SHIOZAWA, M. M.; HILST, C. L. S.; AGUIAR, L. M.; LUDWIG, G.; PASSOS, F. C.; NAVARRO, I. T.; BALARIN, M. R. S.; LISBÔA, J. A. N. 2008a. *Hematologic values of free-ranging Cebus cay and Cebus nigritus in Southern Brazil*. International Journal of Primatology, DOI 10.1007/s10764-008-9290-5.

FLAIBAN, K. K. M. C.; SPOHR, K. A. H.; MALANSKI, L. S.; SVOBODA, W. K.; SHIOZAWA, M. M.; HILST, C. L. S.; AGUIAR, L. M.; LUDWIG, G.; PASSOS, F. C.; NAVARRO, I. T.; LISBÔA, J. A. N.; BALARIN, M. R. S. 2008b. *Valores hematológicos de bugios pretos (Alouatta caraya) de vida livre da região do Alto Rio Paraná, sul do Brasil*. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 61 (3): 628-634.

FOCHT, T. 2008. *Ecologia e dinâmica do capim-annoni-2 (Eragrostis plana Nees), uma invasora dos campos sulinos: prevenção da sua expansão*. Tese de doutorado. Programa de Pós-graduação em Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio grande do Sul. 132 p.

FONSECA, G. A. B.; HERRMANN, G.; LEITE, Y. L. R.; MITTERMEIER, R. A.; RYLANDS, A.; PATTON, J. L. 1996. *Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil*. Occasional Papers in Conservation Biology, 4: 1-38. Conservation Internacional, Washington, DC & Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). 2001. *Protecting plantations from pests and diseases*. In: Forest Plantation Thematic Papers (ed. Ciesla WM), p. 19. Development Service, Forest Resources Division. FAO, Rome.

FOX, D. 2008. *Identity crisis*. Conservation Magazine, 9 (2): 22-27.

FREITAS, S. R.; NEVES, C. L.; CHERNICHARO, P. 2006. *Tijuca National Park: two pioneering restorationist initiatives in atlantic forest in southeastern Brazil*. Braz. J. Biol., 66 (4):975-982.

GAGNEUX, P., BOESCH, C., WOODRUFF, D. S. 1997. *Microsatellite scoring errors associated with noninvasive genotyping based on nuclear DNA amplified from shed hair*. Molecular Ecology 1997, 6: 861-868.

GARCIA, V. L. A. 2005. *Survey and status of the muriquis (Brachyteles arachnoides) in the Serra dos Órgãos National Park, Rio de Janeiro*. Neotropical Primates, 13 (Supl.): 79-84.

GODARD, O. 2004. *O princípio da precaução frente ao dilema da tradução jurídica das demandas sociais*. In: Varella, M. D. & Platiau, A. F. B. (Orgs.). *Princípio da precaução*. Belo Horizonte: Escola Superior do Ministério Público da União.

GOULART, C. E. S. 2006. *Valores hematológicos de referência para papagaios-verdadeiros (Amazona aestiva - Psittacidae) mantidos em cativeiro*. Dissertação de Mestrado – Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. 80 p.

GRELLE, C. E. V.; CERQUEIRA, R. 1999. *Limites climáticos, vegetacionais e de altitude das distribuições geográficas de Callithrix aurita, C. flaviceps, C. geoffroyi e C. kuhlii (Primates: Callitrichidae)*. Livro de Resumos do IX Congresso Brasileiro de Primatologia – Sociedade Brasileira de Primatologia, 25-30 de julho, p. 77-78.

GRELLE, C. E. V.; CERQUEIRA, R. 2006. *Determinantes da distribuição geográfica de Callithrix flaviceps (Thomas) (Primates, Callitrichidae)*. Revista Brasileira de Zoologia, 23 (2): 414-420.

GUERRA, R. F.; TAKASE, E.; SANTOS, C. V. 1998. *Cross-fostering between two species of marmosets (Callithrix jacchus and Callithrix penicillata)*. Revista Brasileira de Biologia, 58 (3): 665-669.

HAMMERSCHMIDT, D. 2002. *O risco na sociedade contemporânea e o Princípio da Precaução no direito ambiental*. Revista Sequência, 45: 97-122.

HELLMANN, J. J.; BYERS, J. E.; BIERWAGEN, B. G.; DUKES, J. S. 2008. *Five Potential consequences of climate change for invasive species*. Conservation Biology, 22(3): 534-543.

HERINGER, H.; MONTENEGRO, M. M. (Eds.) 2000. *Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos*. Conservation International do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, SEMAD / Instituto Estadual de Florestas – MG. Brasília: MMA / SBF, 40 p.

HERSHKOVITZ, P. 1977. *Living New World monkeys (Platyrrhini) with an introduction to Primates*. Vol. I. Chicago University Press, Chicago.

HICKMAN JR, C. P.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. 2004. *Princípios Integrados de Zoologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 846 p.

HILTON-TAYLOR, C., RYLANDS, A. B., AGUIAR, J. M. 2004. *2003 IUCN Red List – Neotropical Primates*. Neotropical Primates (News) 12 (1): 33-35

ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). 2008. *Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra dos Órgãos*. 370 p.

INGLÊZ, A. P. D. 2006. *Caracterização genética de Alouatta caraya (Primates, Atelidae) utilizando marcadores heterólogos do tipo microssatélites*. Dissertação de

Mestrado, Programa de Pós-graduação em Biologia Animal, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília. 92 p.

JACQUES, G. S. 2005. *Identificação de espécies animais usando sequência de genes mitocondriais no combate aos crimes contra a fauna*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Ciências Genômicas e Biotecnologia, Universidade Católica de Brasília. 120 p.

JERUSALINSKY, L.; MARTINS, A. B.; LAROQUE, P. O.; LEVACOV, D.; FERREIRA, J. G.; FIALHO, M. S. 2008. *Nota técnica (febre amarela)*. Centro de Proteção de Primatas Brasileiros / Diretoria de Conservação da Biodiversidade / Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 7 p.

KINDLOVITS, A.; KINDLOVITS, L. M. 2009a. *Primatas em cativeiro: classificação, descrição, biologia, comportamento e distribuição geográfica*. In: Kindlovits, A., Kindlovits, L. M. *Clínica e terapêutica em primates neotropicais*. 2ª Edição – Rio de Janeiro: L. F. Livros. 535 p.

KINDLOVITS, A.; KINDLOVITS, L. M. 2009b. *Sistemas de criação, enriquecimento e controle ambiental*. In: Kindlovits, A., Kindlovits, L. M. *Clínica e terapêutica em primates neotropicais*. 2ª Edição – Rio de Janeiro: L. F. Livros. 535 p.

KINDLOVITS, A.; KINDLOVITS, L. M. 2009c. *Enfermidades infecciosas*. In: Kindlovits, A., Kindlovits, L. M. *Clínica e terapêutica em primates neotropicais*. 2ª Edição – Rio de Janeiro: L. F. Livros. 535 p.

KINDLOVITS, A.; KINDLOVITS, L. M. 2009d. *Enfermidades parasitárias*. In: Kindlovits, A., Kindlovits, L. M. *Clínica e terapêutica em primates neotropicais*. 2ª Edição – Rio de Janeiro: L. F. Livros. 535 p.

LARSSON, M. H. M. A., LUCAS, S. R. R., MIRÂNDOLA, R. M. S., LAZARETTI, P., FEDULLO, J. D. L., GUIMARÃES, M. A. B. V. 1997. *Valores de referência das provas de funções hepática, renal e de alguns eletrólitos em Cebus apella, anestesiados com cetamina*. *Ciência Rural*, Santa Maria, 27 (2): 257-262.

LESSA, I. C. M.; BERGALLO, H. G. 2009. *Densidade populacional, espécies predadas e manejo do gato doméstico (Felis catus) sobre a fauna nativa da Ilha Grande, RJ*. Anais do I Congresso Brasileiro sobre Bioinvasão. São Luís – MA, 6-9 de abril.

LOGAN, A. C.; KHAN, K. N. M. 1996. *Clinical pathologic changes in two marmosets with Wasting Syndrome\**. *Toxicologic Pathology*, 24 (6): 707-709.

LOPES, M. A. O. A.; REHG, J. A. 2003. *Observations of Callimico goeldi with Saguinus imperator in the Serra do Divisor National Park, Acre, Brazil*. *Neotropical Primates (Short articles)* 11 (3): 181-183.

LORETTO, D.; RAJÃO, H. 2005. *Novos registros de primates no Parque nacional do Itatiaia, com ênfase em Brachyteles arachnoides (Primates, Atelidae)*. *Neotropical Primates*, 13 (2): 28-30.

LOWE, S.; BROWNE, M.; BOUDJELAS, S.; DE POORTER, M. 2000. *100 of the World's Worst Invasive Alien Species: a selection from the global invasive species database*. *Aliens* 12. 12 p.

LYRA-NEVES, R. M.; OLIVEIRA, M. A. B.; TELINO-JÚNIOR, W. R.; SANTOS, E. M. 2007. *Comportamentos interespecíficos entre Callithrix jacchus (Linnaeus) (Primates, Callitrichidae) e algumas aves de Mata Atlântica, Pernambuco, Brasil*. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24 (3): 709-716.

MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. (Eds.). 2008. *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*. 1ª Edição – Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas. Biodiversidade 19, 1420 p.

MACHADO, C. C.; SILVA, L. F. N.; RAMOS, P. R. R.; TAKAHIRA, R. K. 2005. *Influência sazonal sobre os valores bioquímicos, hematológicos e de eletroforese de hemoglobinas em jibóias – Boa constrictor amarali (Linnaeus, 1758)*. Anais do I Workshop Brasileiro sobre Hematologia de Répteis, 12 e 13 de novembro, Anfiteatro do Centro Universitário Vila Velha, Espírito Santo.

MACIEL, N. C.; MAGNANINI, A. 1989. *Recursos faunísticos do Estado do Rio de Janeiro*. Boletim FBCN – Rio de Janeiro, 24: 65-98.

MAGNUSSON, W. E. 1995. *Reintrodução: uma ferramenta conservacionista ou brinquedo perigoso?* *Neotropical Primates*, 3 (3): 82-84.

MAGNUSSON, W. E. 2006. *Homogeneização biótica*. In: Rocha, C. F. D., Bergallo, H. G., Van Sluys, M., Alves, M. A. S. (Eds.) *Biologia da Conservação: essências*. São Carlos: RiMa. 582 p.

MALLET, J. 2005. *Hybridization as an invasion of the genome*. *Trends in Ecology and Evolution*, 2: 229-237.

MARROIG, G. 1995. *Espécies ou subespécies em Callithrix?* *Neotropical Primates*, 3 (1): 10-13.

MARROIG, G.; CROPP, S.; CHEVERUD, J. M. 2004. *Systematics and evolution of the jacchus Group of marmosets (Platyrrhini)*. *American Journal of Physical Anthropology*, 123: 11-22.

MARTINS, M. M. 1998. *Feeding ecology of Callithrix aurita in a forest fragment of Minas Gerais*. *Neotropical Primates (News)* 6 (4): 125-126.

MARTINS, M. M. 1999. *Forrageio sobre formigas de correição por Callithrix aurita: ocorrência sazonal?* Livro de Resumos do IX Congresso Brasileiro de Primatologia – Sociedade Brasileira de Primatologia, 25-30 de julho, p. 66.

MARTINS, M. M.; SETZ, E. Z. F. 2000. *Diet of buffy-tufted-eared marmosets (Callithrix aurita) in a forest fragment in South-eastern Brazil*. *International Journal of Primatology* 21 (3): 467-476.

MARTINS, M. M. 2005. *Density of primates in four semi-deciduous forest fragments of São Paulo, Brazil*. Biodiversity and Conservation, 14: 2321-2329.

MARVULO, M. F. V. 2007. *Zoonoses*. P. 1250-1257. In: Cubas, Z. S., Silva, J. C. R., Catão-Dias, J. L. Tratado de animais selvagens – Medicina Veterinária. São Paulo: Roca.

MATTHEWS, S.; BRAND, K. (Eds.). 2005. *América do Sul invadida: a crescente ameaça das espécies exóticas invasoras*. GISP (Programa Mundial sobre Espécies Invasoras). 80 p.

MAYR, E. 1977. *Populações, espécies e evolução*. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo (Tradução de Hans Reichardt). 423 p.

MEDICI, P.; MANGINI, P. R.; PEREA, J. A. S. 2007. *Manual de medicina veterinária de antas em campo*. IUCN / SSC Tapir Specialist Group (TSG) – Comitê de Veterinária. 60 p.

MEFFE, G. K. 1987. *Conserving fish genomes: philosophies and practices*. Environmental Biology of Fishes, 18 (1): 3-9.

MELO, F. R. 1999. *Caracterização molecular de Callithrix aurita, C. flaviceps, C. geoffroyi e de seus prováveis híbridos (Primates, Callitrichinae)*. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento – Universidade Federal de Viçosa. 62 p.

MELO, F. R.; COSENZA, B. A. P.; FERRAZ, D. S.; SOUZA, S. L. F.; NERY, M. S.; ROCHA, M. J. R. 2005. *The near extinction of a population of northern muriquis (Brachyteles hypoxanthus) in Minas Gerais, Brazil*. Neotropical Primates, 13 (1): 10-14.

MELO, F. R.; RYLANDS, A. B. 2008. *Callithrix aurita*. In: Chiarello, A. G.; Aguiar, L. M. S.; Cerqueira, R.; Melo, F. R.; Rodrigues, F. H. G.; Silva, V. M. F. Mamíferos ameaçados de extinção, pp. 735-737. In: Machado, A. B. M.; Drummond, G. M.; Paglia, A. P. (Eds.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. 1ª Edição – Brasília, DF: MMA; Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas. Biodiversidade 19, 1420 p.

MELO JÚNIOR, T. A.; ZARA, F. J. 2007. *Black-tufted-ear marmoset Callithrix penicillata (Primates: Callitrichidae) following the army ant Labidus praedator (Formicidae: Ecitoninae) in the Cerrado and the Atlantic forest, Brazil*. Neotropical Primates, 14 (1): 32-33.

MELLO, M. F. V. 2005. Identificação de Helicobacter sp na mucosa gástrica de sagüis (Callithrix sp), com avaliação de alterações histopatológicas e de diferentes métodos de diagnóstico. Tese de Doutorado. Pós-graduação em Patologia – Universidade Federal Fluminense. 100 p.

MENDES, S. L. 1997a. *Hybridization in free-ranging Callithrix flaviceps and the taxonomy of the Atlantic Forest marmosets*. Neotropical Primates 5(1): 6-8.

MENDES, S. L. 1997b. *Padrões biogeográficos e vocais em Callithrix do grupo jacchus (Primates, Callitrichidae)*. Tese de doutorado. Instituto de Biologia – Universidade Estadual de Campinas. 156 p.

MILTON, K. 1981. *Food choice and digestive strategies of two sympatric primate species*. The American Naturalist, 117 (4): 496-505.

MIRANDA, G. H. B.; FARIA, D. S. 2001. *Ecological aspects of black-pinellid marmoset (Callithrix penicillata) in the Cerradão and dense Cerrado of the Brazilian Central Plateau*. Brazilian Journal of Biology, 61 (3): 397-404.

MITTERMEIER, R. A.; COIMBRA-FILHO, A. F.; RYLANDS, A. B.; CONSTABLE, I. D. 1981. *Atlantic Forest region of eastern Brazil a top primate conservation priority*. IUCN / SSC Primate Specialist Group Newsletter, nº 1: 9-11.

MITTERMEIER, R. A.; MYERS, N.; GIL, P. R.; MITTERMEIER, C. G. 1999. *Hotspots, Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions*. Agrupación Sierra Madre, First English Edition, 430 p.

MITTERMEIER, R. A.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; BRANDON, K. 2005. *Uma breve história da conservação da biodiversidade no Brasil*. Megadiversidade, 1 (1): 14-21.

MITTERMEIER, R. A.; COIMBRA-FILHO, A. F.; KIERULFF, M. C. M.; RYLANDS, A. B.; MENDES, S. L.; PISSINATTI, A.; ALMEIDA, L. M. 2007. *Monkeys of the Atlantic Forest of Eastern Brazil – Pocket Identification Guide*. Conservation International – Tropical Pocket Guide Series #3. Conservation International, Arlington, VA.

MMA (Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal). 2000. *A Convenção sobre Diversidade Biológica – CDB*. Série Biodiversidade nº 1. Brasília – DF, Brasil. 30 p.

\_\_\_\_\_. 2006. *Espécies exóticas invasoras: situação brasileira*. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Brasília. 21pp.

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.

MOORHEAD, P. S.; NOWELL, P. C.; MELLMAN, W. J.; BATTIPS, D. M.; HUNGERFORD, D. A. 1960. *Chromosome preparation of leucocytes cultured from human peripheral blood*. Exptl. Cell. Res., 20: 613-616.

MORAIS JR. M. M.; ARAÚJO, R. M.; RUIZ-MIRANDA, C. R. 2004. *Avaliação do método de play-back utilizado no censo de mico-leão-dourado na natureza*. Resumos do XXV Congresso Brasileiro de Zoologia, Brasília / DF.

- MORAIS JR., M. M.; RUIZ-MIRANDA, C. R.; GRATIVOL, A. D.; ANDRADE, C. C.; LIMA, C. S.; MARTINS, A.; BECK, B. 2008. *Os sagüis, Callithrix jacchus e penicillata, como espécies invasoras na região de ocorrência do mico-leão-dourado*. P. 86-117. In: Oliveira, P. P., Grativol, A. D., Ruiz-Miranda, C. R. (Orgs.). *Conservação do mico-leão-dourado: enfrentando os desafios de uma paisagem fragmentada*. Campos dos Goytacazes, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Centro de Biociências e Biotecnologia; Laboratório de Ciências Ambientais. 200 p.
- MOREIRA, M. A. M. 2002. *SRY evolution in Cebidae (Platyrrhini: Primates)*. *Journal of Molecular Evolution* 55: 92-103.
- MORSELLO, C. 2001. *Áreas protegidas públicas e privadas: seleção e manejo*. São Paulo: Annablume: Fapesp. 344 p.
- MOURA-BRITTO, M.; PATROCÍNIO, D. N. M. 2006. *A fauna de espécies exóticas no Paraná: contexto nacional e situação atual*. Pp. 53-94. In: Campos, J. B., Tossulino, M. G. P., Muller, C. R. C. (Orgs.). *Unidades de Conservação: Ações para valorização da biodiversidade*. Instituto Ambiental do Paraná. 348 p.
- MUSKIN, A. 1983. *Preliminary field observations of Callithrix aurita (Callitrichinae, Cebidae)*. *Anais do I Congresso Brasileiro de Primatologia, Belo Horizonte – Minas Gerais*, p. 79-82.
- NAGAMASHI, C.Y.; FERRARI, I. 1984. *Cytogenetic studies of Callithrix jacchus (Callitrichidae, Platyrrhini) from two different sites in Brazil. I. Morphologic variability of chromosome Y*. *Revista Brasileira de Genética*, 7: 497-507.
- NAGAMACHI, C. Y.; PIECZARKA, J. C.; SCHWARZ, M.; BARROS, R. M. S.; MATTEVI, M. S. 1997. *Comparative chromosomal study of five taxa of genus Callithrix, group Jacchus (Platyrrhini, Primates)*. *American Journal of Primatology* 41(1): 53-60.
- NAGAMACHI, C. Y.; PIECZARKA, J. C.; MUNIZ, J. A. P. C.; BARROS, R. M. S.; MATTEVI, M. S. 1999. *Proposed chromosomal phylogeny for the South American primates of the Callitrichidae family (Platyrrhini)*. *American Journal of Primatology*, 49: 133-152.
- NAKAGE, A. P. M.; BARBANTE, P.; CASTRO, M. P.; MARINHEIRO, M. T.; DE JONG, D.; AMARAL, J. M. G.; HOPPE, E. G. L.; ANDRADE, T. M.; NETO, G. G. 2003. *Avaliação da função renal de macacos-prego (Cebus apella, Linnaeus, 1758) de vida livre*. *Anais do VII Congresso e XII Encontro da Associação Brasileira de Veterinários de Animais Selvagens – ABRAVAS, São Pedro – SP*, p. 49.
- NASCIMENTO, M. D., PISSINATTI, A., CRUZ, J. B., COIMBRA-FILHO, A. F. 1993. *Hematological profiles of Callithrix geoffroyi (Humboldt, 1812), Callithrix kuhli (Wied, 1826) and Callithrix aurita (Geoffroy, 1812) (Callitrichidae – Primates)*. Pp. 227 a 243. *A Primatologia no Brasil, volume 4. Anais do V Congresso Brasileiro de Primatologia: Salvador: Sociedade Brasileira de primatologia*, 328 p.



- NATORI, M. 1986. *Interspecific relationships of Callithrix based on the 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.
- NAVES, E. A.; FERREIRA, F. A.; MUNDIM, A. V.; GUIMARÃES, E. C. 2006. *Valores hematológicos de macaco-prego (Cebus apella – Linnaeus, 1758) em cativeiro*. Biosci. J., Uberlândia, 22 (2): 125-131.
- NEGRÃO, M. F. F.; VALADARES-PÁDUA, C. 2006. *Registros de mamíferos de maior porte na Reserva Florestal do Morro Grande, São Paulo*. Biota Neotropica, 6(2) – bn00506022006.
- NIEVERGELT, C. M.; MUNDY, N. I.; WOODRUFF, D. S. 1998. *Microsatellite primers for genotyping common marmosets (Callithrix jacchus) and other callitrichids*. Molecular Ecology 7: 1432-1434.
- NOGUEIRA, D. M.; OLIVEIRA, A. M.; CARVALHO, E. F.; PISSINATTI, A.; BERGALLO, H. G.; PEREIRA, D. G.; FERREIRA, A. M. R. *SRY gene polymorphism: a molecular tool to evaluate natural hybridization in South American primates*. No prelo.
- NUNES, A. L. V.; CRUZ, M. L.; CORTOPASSI, S. R. G. 2007. *Anestesiologia*. P. 1040-1067. In: Cubas, Z. S.; Silva, J. C. R.; Catão-Dias, J. L. Tratado de animais selvagens – Medicina Veterinária. São Paulo: Roca.
- NUÑEZ, M.; QUINTERO, C. 2002. *Que hacer con las especies exóticas invasoras?: Problemática y técnicas de manejo (Algunos ejemplos de especies exóticas en la Patagonia argentina)*. Cuadernos Universitarios, nº 44. Universidad Nacional del Comahue, Centro Regional Universitario Bariloche. 41 p.
- OLIVEIRA, A. M.; NOGUEIRA, D. M.; FERREIRA, A. M. R.; PISSINATTI, A.; CARVALHO, E. F. 2010. *SRY gene polymorphism: a tool to evaluate natural hybridization in South American primates*. Haploid DNA Markers in Forensic Genetics Congress, Charité, Berlin, Germany. April 22<sup>nd</sup>-24<sup>th</sup>, p. 64.
- OLIVEIRA, M. F.; NISHIE, M. J.; MANZATTI, L. 1999a. *Reintrodução e monitoramento de um sagüi-da-serra-escuro (Callithrix aurita) na Serra do Itapety, Mogi das Cruzes – SP*. Livro de Resumos do IX Congresso Brasileiro de Primatologia – Sociedade Brasileira de Primatologia, 25-30 de julho, p. 47.
- OLIVEIRA, M. F.; MENEZES, A. C.; NASCIMENTO, M. I. 1999b. *Ocorrência de sagüis-da-serra-escuros (Callithrix aurita) em áreas de florestas implantadas no Alto Tietê e Vale do Paraíba – SP*. Livro de Resumos do IX Congresso Brasileiro de Primatologia – Sociedade Brasileira de Primatologia, 25-30 de julho, p. 75.
- OLIVEIRA, R. C. R.; COELHO, A. S.; MELO, F. R. 2003. *Estimativa de densidade e tamanho populacional de sauá (Callicebus nigrifrons) em um fragmento de mata em regeneração, Viçosa, Minas Gerais, Brasil*. Neotropical Primates, 11 (2): 91-94.

OLMOS, F.; MARTUSCELLI, P. 1995. *Habitat and distribution of the buffy-tufted-ear marmoset Callithrix aurita in São Paulo State, Brazil, with notes on its natural history*. Neotropical Primates, 3 (3): 75-79.

OHNISHI, N.; ISHIBASHI, Y.; SAITOH, T.; ABE, S.; YOSHIDA, M. C. 1998. *Polymorphic microsatellite DNA markers in the Japanese wood mouse Apodemus argenteus*. Molecular Ecology, 7: 1431-1432.

PACHALY, J. R. 2000. *Principais drogas anestésicas empregadas na contenção farmacológica de animais selvagens*. Arq. Ciên. Vet. Zool. UNIPAR, 3 (1): 87-94.

PADRONE, J. M. B. 2004. *O comércio ilegal de animais silvestres: avaliação da questão ambiental no Estado do Rio de Janeiro*. Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental (PGCA) – Instituto de geociências – Universidade Federal Fluminense (UFF). 114 p.

PASSAMANI, M.; AGUIAR, L. M. S.; MACHADO, R. B.; FIGUEIREDO, E. 1997. *Hybridization between Callithrix geoffroyi and Callithrix penicillata in southeastern Minas Gerais, Brazil*. Neotropical Primates 5(1): 9-10.

PASSAMANI, M. 2008. *Densidade e tamanho de grupo de primatas na Mata Atlântica serrana do sudoeste do Espírito Santo*. Revista Brasileira de Zoociências, 10 (1): 29-34.

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: Bicca-Marques, J. C. (Ed.). A Primatologia no Brasil 10. Porto Alegre, EDIPUCRS.

PATROCÍNIO, D. N. M. 2009. *Sagüis (Callithrix penicillata e Callithrix jacchus)*. In: Instituto Ambiental do Paraná. Plano de controle de espécies exóticas invasoras no Estado do Paraná. IAP / Projeto Biodiversidade, 149 p.

PAULA, H. M. G.; TÁVORA, R. S.; ALMEIDA, M. V.; PELEGRINI, L. S.; SILVA, G. V.; ZAGANINI, R. L.; LUCINDO, A. 2005. *Estudos preliminares da presença de sagüis no município de Bauru, São Paulo, Brasil*. Neotropical Primates, 13 (3): 6-11.

PEREIRA, A. C. R. 2007. *Metodologia do censo com play-back: teste de acuracidade do equipamento nos macacos-prego (Cebus nigritus) do Museu de História Natural e jardim Botânico (MHNJB) da UFMG*. Trabalho de conclusão de curso. Departamento de Ciências Biológicas Ambientais e da Saúde – Curso de Ecologia – Centro Universitário de Belo Horizonte (UNIBH). 25 p.

PEREIRA, D. G. 2006. *Calitriquídeos no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, RJ: interações entre espécies exóticas invasoras e espécies nativas*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental – Universidade Federal Fluminense. 76 p.

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): 67-94.

PERES, C. A. 1999. *General guidelines for standardizing line-transect surveys of tropical forest primates*. Neotropical Primates, 7 (1): 11-16.

PEREZ-SWENNEY, B. M.; RODRIGUES, F. P.; MELNICK, D. J. 2003. *Metodologias moleculares utilizadas em genética da conservação*. In: Cullen Jr., L.; Rudran, R.; Valladares-Padua, C. (org.). Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre. Curitiba: Ed. da UFPR; Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. 667 p.

PETENON, D.; PIVELLO, V. R. 2008. *Plantas invasoras: representatividade da pesquisa dos países tropicais no contexto mundial*. Natureza & Conservação, 6 (1): 65-77.

PINTO, L. P. S.; COSTA, C. M. R.; STRIER, K. B.; FONSECA, G. A. B. 1993. *Habitat, density and group size of primates in a Brazilian tropical forest*. Folia Primatologica, 61: 135-143.

PISSINATTI, A.; SILVA, R. R. 2009. *Primates - Potencial zoonótico da ordem*. Pp. 401-418. In: Kindlovits, A., Kindlovits, L. M. Clínica e terapêutica em primatas neotropicais. 2ª Edição – Rio de Janeiro: L. F. Livros. 535 p.

PONTES, A. R. M.; NORMANDE, I. C.; FERNANDES, A. C. A.; RIBEIRO, P. F. R.; SOARES, M. L. 2007. *Fragmentation causes rarity in common marmosets in the Atlantic forest of northeastern Brazil*. Biodiversity and Conservation, 16: 1175–1182.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. 2003. *A vida dos vertebrados*. 3ª Edição. Coord. Editorial: Ana Maria de Souza. São Paulo: Atheneu Editora.

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

REASER, J. K., GALINDO-LEAL, C., ZILLER, S. R. 2005. *Visitas indesejadas: a invasão de espécies exóticas*. In: Galindo-Leal, C. & Câmara, I. G. (Eds.). Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica – Belo Horizonte: Conservação Internacional. 472 p.

RICHARDSON, D. M., PYSEK, P. 2008. *Fifty years of invasion ecology: the legacy of Charles Elton*. Diversity and Distributions, 14: 161-168.

RICKLEFS, R. E. 2003. *A economia da natureza*. 5ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 503 p.

RIEGER, T. T., CAMPOS, S. R. C., SANTOS, J. F. 2006. *A biologia molecular como ferramenta no estudo da biodiversidade*. Floresta e Ambiente, 13 (2): 11- 24.

ROCHA, C. F. D., BERGALLO, H. G., ALVES, M. A. S., VAN SLUYS, M. 2003. *A biodiversidade nos grandes remanescentes florestais do Estado do Rio de Janeiro e nas restingas da Mata Atlântica*. Editora Rima. 134 p.

ROCHA, C. F. D.; BERGALLO, H. G.; POMBAL, J. R.; GEISE, L.; VAN SLUYS, M.; FERNANDES, R., CARAMASCHI, U. 2004. *Fauna de anfíbios, répteis e mamíferos do estado do Rio de Janeiro, Sudeste do Brasil*. Publicação Avulsa do Museu Nacional, Rio de Janeiro, 104: 3-23.

RODRIGUES, F. P., RUIZ, J. C., VERÓN, A. G., VERONA, C. E. S. 1997. *Valores hematológicos normais em Saimiri boliviensis de diferentes idades*. P. 335-349. In: Ferrari, S. F., Schneider, H. (Orgs.). *A Primatologia no Brasil – Volume 5*. Rio de Janeiro: A Sociedade; Belém: Gráfica e Editora Universitária / UFPA, 364 p.

ROSSI JR, J. L. 2007. *Técnicas de captura e contenção físico-química*. P. 992-1039. In: Cubas, Z. S., Silva, J. C. R., Catão-Dias, J. L. *Tratado de animais selvagens – Medicina Veterinária*. São Paulo: Roca.

RUITER, J. R. 2004. *Genetic markers in primate studies: elucidating behavior and its evolution*. *International Journal of Primatology*, 25 (5): 1173-1189.

RUIZ, G. M. & CARLTON, J. T. 2003. *Preface*. In: Ruiz, G. M. & Carlton, J. T. (Eds.) *Invasive species: vectors and management strategies*, pp. ix-xiii. Island Press, Washington, DC.

RUIZ-MIRANDA, C. R., AFFONSO, A. G., MARTINS, A., BECK, B. 2000. *Distribuição do sagüi (Callithrix jacchus) nas áreas de ocorrência do mico-leão-dourado (Leontopithecus rosalia) no Estado do Rio de Janeiro*. *Neotropical Primates*, 8 (3): 98-101.

RUIZ-MIRANDA, C. R., 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.

RUIZ-MIRANDA, C. R.; GRATIVOL, A. D.; OLIVEIRA, P. P. 2008. *Os sagüis, Callithrix jacchus e penicillata, como espécies invasoras na região de ocorrência do mico-leão-dourado*. P. 6-13. In: Oliveira, P. P., Grativol, A. D., Ruiz-Miranda, C. R. (Orgs.). *Conservação do mico-leão-dourado: enfrentando os desafios de uma paisagem fragmentada*. Campos dos Goytacazes, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Centro de Biociências e Biotecnologia; Laboratório de Ciências Ambientais. 200 p.

RYLANDS, A. B.; COIMBRA-FILHO, A. F., MITTERMEIER, R. A. 1993. *Systematics, geographic distribution, and some notes on the conservation status of the Callitrichidae*. Pp 11-77. In: Rylands, A. B. (Ed.). *Marmosets and Tamarins: Systematics, Behaviour and Ecology*. Oxford University Press. 396 p.

RYLANDS, A. B. 1994a. *Mico-leão-dourado*. In: Fonseca, G. A. B., Rylands, A. B., Costa, C. M. R., Machado, R. B., Leite, Y. L. R. (eds.). Livro Vermelho dos Mamíferos Brasileiros Ameaçados de Extinção. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 479 p.

RYLANDS, A. B. 1994b. *Sagüi-da-serra-escuro*. In: Fonseca, G. A. B., Rylands, A. B., Costa, C. M. R., Machado, R. B., Leite, Y. L. R. (Eds.). Livro Vermelho dos Mamíferos Brasileiros Ameaçados de Extinção. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas. 479 p.

RYLANDS, A. B., SCHNEIDER, H., LANGGUTH, A., MITTERMEIER, R. A., GROVES, C. P., RODRÍGUEZ-LUNA, E. 2000. *An assessment of the diversity of New World Primates*. Neotropical Primates, 8(2): 61-93.

RYLANDS, A. B., CHIARELLO, A. G. 2003. *Official List of Brazilian Fauna Threatened with Extinction – 2003*. Neotropical Primates 11 (1): 43-49.

RYLANDS, A. B.; KIERULFF, M. C. M.; MENDES, S. L., OLIVEIRA, M. M. 2008. *Callithrix aurita*. In: IUCN 2010. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.1. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)> Downloaded on 16 June 2010.

SAMBROOK, J., FRITSCH, E. F., MANIATIS, T. 1989. *Molecular cloning: a laboratory manual*. New York: Col's Spring Harbor, 3v.

SANTANA, B. E. M. M., PRADO, M. R., LESSA, G., ROCHA, E. C., MELO, F. R. 2008. *Densidade, tamanho populacional e abundância dos primatas em um fragmento de floresta atlântica em Minas Gerais, Brasil*. *Árvore*, 32 (6): 1109-1117.

SANTOS, C. V. 1991. *Estudo comparativo do desenvolvimento comportamental de filhotes de calitriquídeos nascidos no Centro de Primatologia do Rio de Janeiro – FEEMA*. *A Primatologia no Brasil – 3*, pp. 35-46.

SANTOS, C. V., MARTINS, M. M. 2000. *Parental care in the buffy-tufted-ear marmoset (Callithrix aurita) in wild and captive groups*. *Revista Brasileira de Biologia*, 60 (4): 667-672.

SANTOS, L. C. 1999. *Laboratório ambiental*. Cascavel: EDUNIOESTE. 341 p.

SANTOS, L. C., CUBAS, P. H. 2007. *Coleta e conservação de amostras biológicas*. P. 930-938. In: Cubas, Z. S., Silva, J. C. R., Catão-Dias, J. L. *Tratado de animais selvagens – Medicina Veterinária*. São Paulo: Roca.

SANTOS, L. P., GUNSKI, R. J. 2006. *Revisão de dados citogenéticos sobre a avifauna brasileira*. *Revista Brasileira de Ornitologia*, 14 (1): 35-45.

SÃO BERNARDO, C. S., GALETTI, M. 2004. *Densidade e tamanho populacional de primatas em um fragmento florestal no sudeste do Brasil*. *Revista Brasileira de Zoologia*, 21 (4): 827-832.

SCHNEIDER, H. (2000). *The current status of the New World monkey phylogeny*. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 72 (2): 165-172.

SCHNEIDER, H. 2003. *Métodos de Análise Filogenética*. Ribeirão Preto: Editora Holos. 2ed. 114p.

SEMADS (Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio de Janeiro). 2001. *Atlas das Unidades de Conservação da Natureza do Estado do Rio de Janeiro*. Vários Autores. São Paulo: Metalivros. 48 p.

SENA, L., VALLINOTO, M., SAMPAIO, I., SCHNEIDER, H., FERRARI, S. F., SCHNEIDER, M. P. C. 2002. *Mitochondrial COII gene sequences provide new insights into the phylogeny of marmosets species groups (Callitrichidae, Primates)*. Folia Primatologica, 73: 240-251.

SHRADER-FRACHETTE, K. S. 2001. *Non-indigenous species and ecological explanation*. Biology and Philosophy, 16, 507–519.

SILVA, A. G., KOLOKOTRONIS, S., WHARTON, D. 2010. *Modeling the eradication of invasive mammals using the sterile male technique*. Biological invasions, 12 (4): 751-759.

SILVA, A. S., CORADINI, G. P., GRESSLER, L. T., SOARES, J. F., LARA, V. M., CARREGARO, A. B., MONTEIRO, S. G. 2008a. *Ocorrência de protozoários gastrintestinais em primatas mantidos em cativeiro na região sul do Brasil*. Ciência Rural, 38 (9): 2658-2661.

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

SILVA, L. Z. 2009. *Ecologia e comportamento de Callithrix penicillata (É. Geoffroy, 1812) introduzidos em fragmento urbano na ilha de Santa Catarina*. Trabalho de Conclusão de Curso, Centro de Ciências Biológicas, Universidade federal de Santa Catarina. 33 p.

SINCLAIR, A. H.; BERTA, P.; PALMER, M. S.; HAWKINS, J. R.; GRIFFITHS, B. L., SMITH, M. J.; FOSTER, J. W., FRICHAUF, A.; LOVELL-BADGE, R., GOODFELLOW, P. N. 1990. *A gene from the human sex-determining region encodes a protein with homology to a conserved DNA-binding motif*. Nature 346: 240- 244.

SOLÉ-CAVA, A. M. 2001. *Biodiversidade molecular e genética da conservação*. In. MATIOLI, S. R. Biologia Molecular e Evolução.1. ed. Ribeirão Preto, p. 171-186.

SOUZA JR., J. C. 2007. *Perfil sanitário de bugios ruivos, Alouatta guariba clamitans (Cabrera, 1940) (Primates: Atelidae): um estudo com animais recepcionados e mantidos em perímetro urbano no município de Indaial, Santa Catarina – Brasil*. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Saúde Pública. Centro de Ciências da Saúde. Universidade Federal de Santa Catarina. 112 p.

STASIENIUK, E. V. Z., DONATTI, M. V., MICCOLI, G., MACHADO, A. L. C., COELHO, C. C. G. M., PEREZ JR, A. A., RISTOW, L. E., VILELA, D., XAVIER, M. S., FERREIRA, W. M. 2008. *Determinação do perfil hematológico do sagüi-de-tufo-preto (Callithrix penicillata) em cativeiro*. Anais do XI Congresso e XVII Encontro da Associação Brasileira de Veterinários de Animais Selvagens – ABRAVAS, Santos – SP, p. 280-284.

STEVENSON, M. F., RYLANDS, A. B. 1988. *The marmosets, genus Callithrix*. In: Mittermeier, R. A., Rylands, A. B., Coimbra-Filho, A. F., Fonseca, G. A. B. (Eds.) *Ecology and Behavior of Neotropical Primates – Volume 2*. World Wildlife Fund, Washington, D.C. Littera Maciel Ltda. 612 p.

TABACOW, F. P., SANTOS, R. R., MENDES, S. L. 2005. *Novas localidades de ocorrência de sagüi-da-serra (Callithrix flaviceps) em fragmentos florestais do Estado de Minas Gerais*. Livro de Resumos do XI Congresso Brasileiro de Primatologia: Desafios para a Conservação em Paisagens Fragmentadas. Porto Alegre, RS, Brasil. 13 a 18 de fevereiro de 2005. P. 169.

TAGLIARO, C. H., SCHNEIDER, M. P. C., SCHNEIDER, H., SAMPAIO, I., STANHOPE, M. 1997. *Marmoset phylogenetics, conservation perspectives, and evolution of the mtDNA control region*. *Molecular Biology and Evolution*, 14: 674-684.

TAGLIARO, C. H., SCHNEIDER, M. P. C., SCHNEIDER, H., SAMPAIO, I., STANHOPE, M. 2000. *Molecular studies of Callithrix pygmaea (Primates, Platyrrhini) based on transferrin intronic and ND1 regions: implications for taxonomy and conservation*. *Genetics and Molecular Biology*, 23, (4): 729-737.

UICN (União Internacional para a Conservação da Natureza). 2000. *Guias para la prevención de pérdidas de diversidad biológica ocasionadas por especies exóticas invasoras*. 51<sup>ra</sup> Sesión del Consejo, Febrero del 2000, Gland, Suíça. Disponível em: <http://www.iucn.org/themes/ssc/pubs/policy/invasivesEng.htm>.

VALLADARES-PADUA, C. B., MARTINS, C. S., RUDRAN, R. 2003. *Manejo integrado de espécies ameaçadas*. In: Cullen Jr., L., Rudran, R., Valladares-Padua, C. (org.). *Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre*. Curitiba: Ed. da UFPR; Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. 667 p.

VALLE, R. R., ZACARIAS, F. C., ALVES, F. A., MUÑIZ, J. A. P. C. 2002. *Perfis hematológico e bioquímico de um grupo de Alouatta caraya (Humboldt, 1812) mantido em cativeiro no Centro Nacional de Primatas: dados preliminares*. Anais do VI Congresso e XI Encontro da Associação Brasileira de veterinários de Animais Selvagens - ABRAVAS, Guarapari / ES, p. 34.

VAZ, S. M. 2005. *Mamíferos coletados em Pedra Branca, município de Paraty, Rio de Janeiro, Brasil*. *Revista Brasileira de Zoologia*, 22 (4): 1164-1169.

- VELLEND, M., HARMON, L. J., LOCKWOOD, J. L., MAYFIELD, M. M., HUGHES, A. R., WARES, J. P., SAX, D. F. 2007. *Effects of exotic species on evolutionary diversification*. Trends in Ecology and Evolution, 22 (9): 481-488.
- VERACINI, C.; GALLEN, L. & FORTI, M. 2002. *The Concept of Species and the Foundations of Biology, a Case Study: the Callithrix jacchus Group (Primates-Platyrrhini)*. Rivista di Biologia/Biology Forum, 95:75-100.
- VERONA, C. E. S., PISSINATTI, A. 2007. *Primates – Primatas do Novo Mundo (sagüi, macaco-prego, macaco-aranha, bugio)*. P. 358-377. In: Cubas, Z. S., Silva, J. C. R., Catão-Dias, J. L. Tratado de animais selvagens – Medicina Veterinária. São Paulo: Roca.
- VILANI, R. G. D'O., C. 2009. *Contenção química e anestesia em primatas não-humanos*. In: Kindlovits, A., Kindlovits, L. M. Clínica e terapêutica em primates neotropicais. 2ª Edição – Rio de Janeiro: L. F. Livros. 535 p.
- VILELA, D. A. R., BARROS, J. B. G., MELO, F. R., LIMA, P. C. S., REIS, F. S., TABACOW, F. P., POSSAMAI, C. B., CSEMARK JR, A. C., GUIMARÃES, E. L. 2008. *Captura e avaliação do estado de saúde de um muriqui-do-norte (Brachyteles hypoxanthus) de vida livre em Minas Gerais*. Anais do XI Congresso e XVII Encontro da Associação Brasileira de Veterinários de Animais Selvagens – ABRAVAS, Santos – SP, p. 203-206.
- VILELA, S. L., FARIA, D. S. 2002. *Dieta do Callithrix penicillata (Primate, 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.
- VILELA, S. L. 2007. *Simpatria e dieta de Callithrix penicillata (Hershkovitz) (Callitrichidae) e Cebus libidinosus (Spix) (Cebidae) em matas de galeria do Distrito Federal, Brasil*. Revista Brasileira de Zoologia, 24 (3): 601-607.
- VITOUSEK, P. M.; LOOPE, L. L., STONE, C. P. 1997. *Introduced species in Hawaii: biological effects and opportunities for ecological research*. Trends in Ecology and Evolution, 2: 224-227.
- VIVEIROS DE CASTRO, E. B., CRONEMBERGER, C. 2007. *Da ciência ao manejo: o conhecimento científico e a gestão da pesquisa no Parque Nacional da Serra dos Órgãos*. Pp. 27-38. In: Cronemberger, C., Viveiros de castro, E. B. (Orgs.) Ciência e Conservação na Serra dos Órgãos. Brasília: Ibama, 298 p.
- WHITEMAN, C. W., PALHA, M. D. C., MATUSHIMA, E. R., SILVA, A. S. L., MONTEIRO, V. C. 2008. *Interface entre carnívoros domésticos e silvestres em área de proteção ambiental na Amazônia brasileira: indicadores e implicações para conservação*. Natureza & Conservação, 6 (1): 56-64.



WILLIAMS-BLANGERO, S., VANDEBERG, J. L., DYKE, B. *Genetic management of nonhuman primates*. J. Med. Primatol., 2002 (31): 1-7.

WILLIAMSON, M. H. 1996. *Biological invasions*. Chapman & Hall, London.

WILLIAMSON, M. H., FITTER, A. 1996. *The characters of successful invaders*. Biological Conservation, 78: 163-170.

WILLIAMSON, M. H. 1999. *Invasions*. Ecography, 22: 5-12.

ZALBA, S. M. 2005. *El manejo científico. Un terreno común para la investigación, la gestión de áreas protegidas y el conocimiento local*. Revista de la Administración de Parques Nacionales (Argentina), 2 (2): 41-43.

ZALBA, S., ZILLER, S. R. 2007. *Manejo adaptativo de espécies exóticas invasoras: colocando a teoria em prática*. Natureza & Conservação, 5 (2): 16-22.

ZILLER, S. R. 2002. *A estepe gramíneo-lenhosa no segundo planalto do Paraná: diagnóstico ambiental com enfoque à contaminação biológica*. Tese de doutorado. Universidade Federal do Paraná. 177 p.

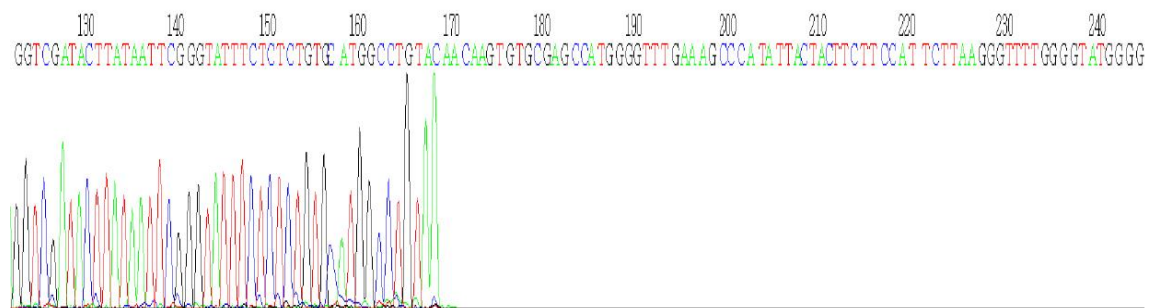
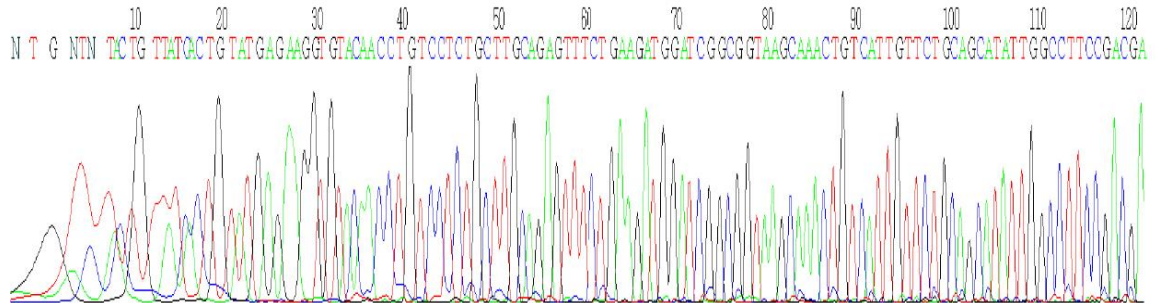
ZILLER, S. R. 2006. *Espécies exóticas da flora invasoras em Unidades de Conservação*. Pp. 34-52. In: Campos, J. B., Tossulino, M. G. P., Muller, C. R. C. (Orgs.). Unidades de Conservação: Ações para valorização da biodiversidade. Instituto Ambiental do Paraná. 348 p.

ZILLER, S. R., ZALBA, S. M., ZENNI, R. D. 2007. *Modelo para o desenvolvimento de uma estratégia nacional para espécies exóticas invasoras*. Programa de Espécies Exóticas Invasoras para a América do Sul – The Nature Conservancy / Programa Global de Espécies Invasoras – GISP. 56 p.

ZILLER, S. R., ZALBA, S. 2007. *Propostas de ação para prevenção e controle de espécies exóticas invasoras*. Natureza & Conservação, 5 (2): 8-15.



NNNGNTNACTGTTATCACTGTATGAGAAGGTGTACAACCTGTCCTCTGCTTG  
CAGAGTTTCTGAAGATGGATCGGCGGTAAGCAAACCTGTCATTGTTCTGCAGC  
ATATTGGCCTTCCGACGAGGTGCGATACTTATAATTCTGGGTATTTCTCTCTGTG  
CATGGCCTGTAA

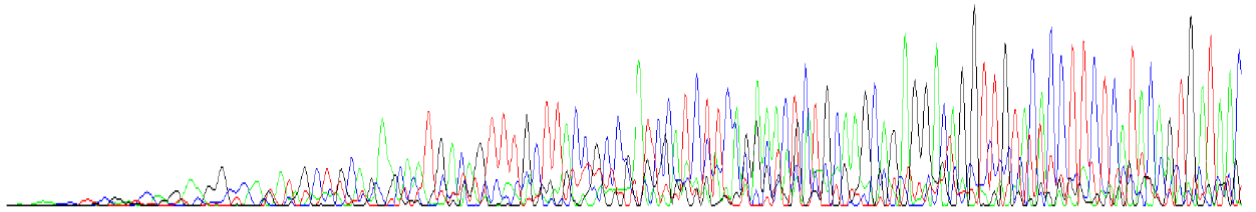


Sequenciamento do Híbrido *Da1* ♂ Primer Direito

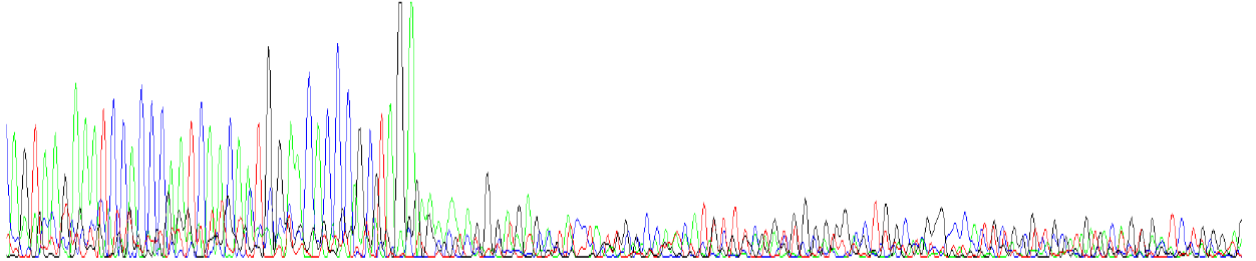
NNTNNNTNCGNCAGAAGGCCATATGCTGCAGAACAAATGACAGTTTGCTTACCGC  
CGATCCATCTTCAGAACTCTGCAAGCAGAGGACAGGTTGTACACCTTCTCATA

CAGTGATAACAGTAAGAAATCCACCCAATCAACAATGGAACACCCGCTAGA

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110  
NNTN NNTNC G NC A G AAGGC CA TAT GCT GCA GAACAAT GACAGTTT GCTTACC GCCGATCCAT CTTGAGAAACT CTGCAAAGCAGAGGACAGGTTGTACACCTTCTCATACAGTGATAAC

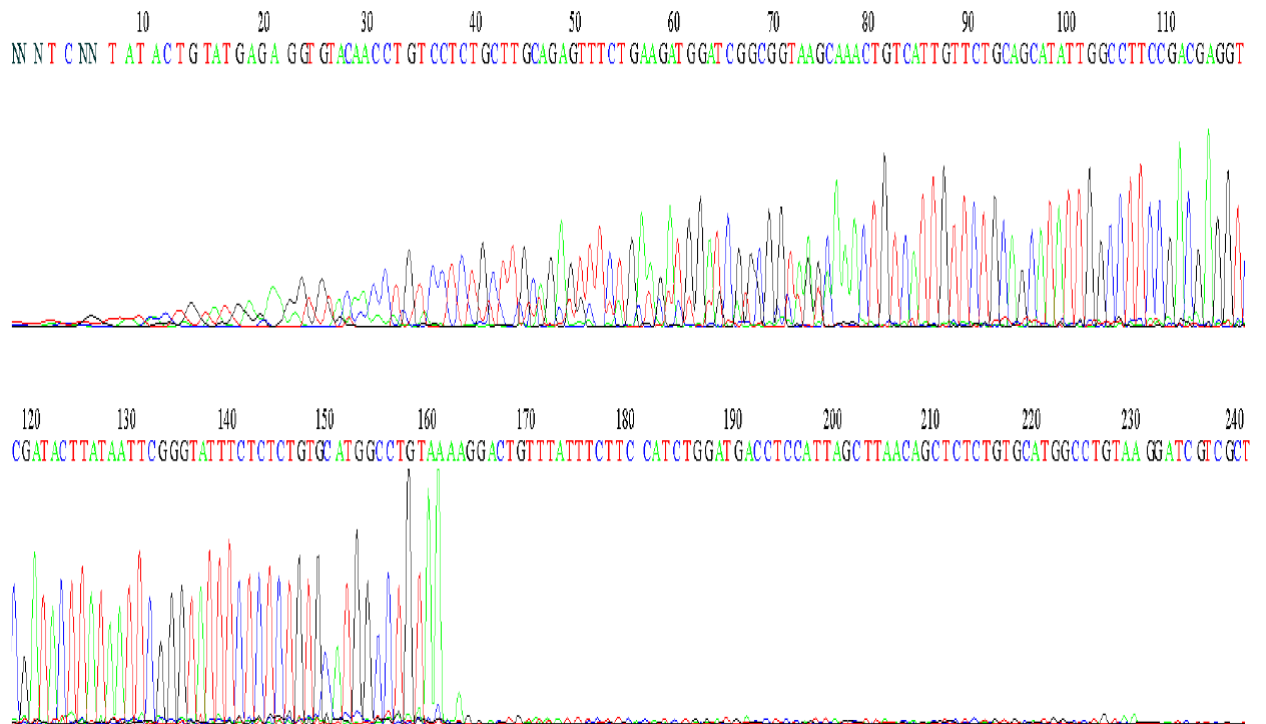


120 130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230 240  
AGTAAGAAATCCACCCAATCAACAATGGACACCCGCTAGAAAAAGGGA GAGATT CATTGGCCAACATGTTCTGTGGGGGGCTGGCTGGCCATCCGGTGGTGTACAGGGATCTGGGAG



Sequenciamento do Híbrido *Da1* ♂ Primer Reverso

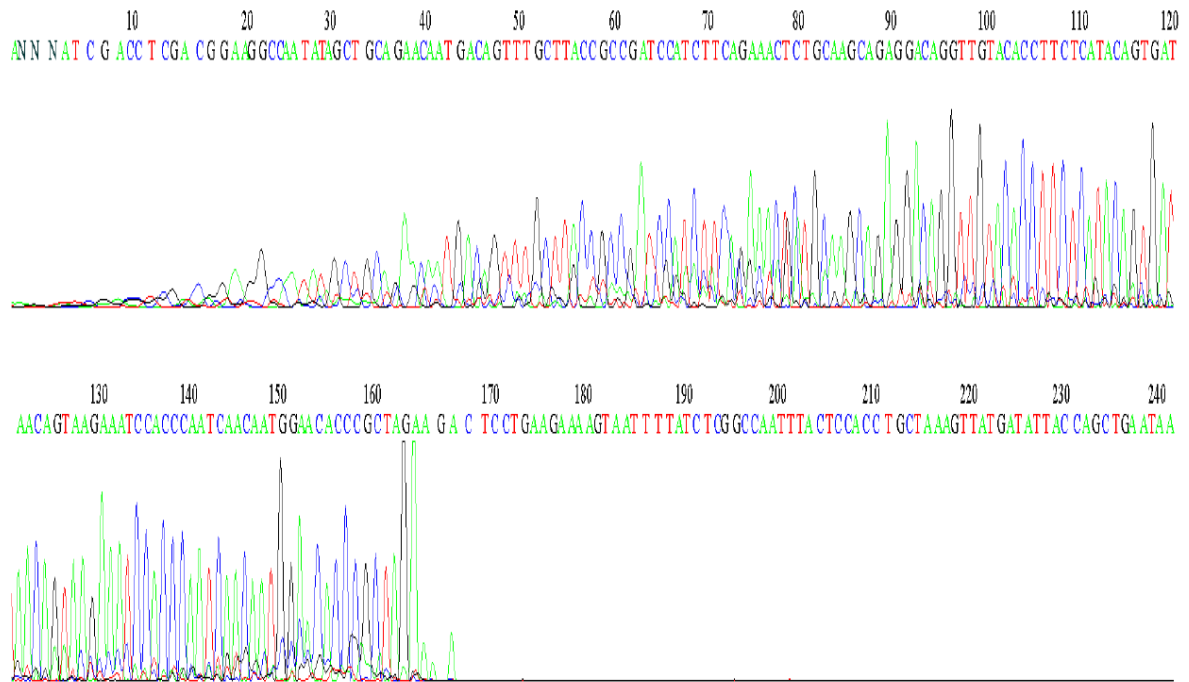
NNNTCNNTATACTGTATGAGAGGTGTACAACCTGTCCTCTGCTTGCAGAGTTTCT  
GAAGATGGATCGGCGGTAAGCAAACCTGTCATTGTTCTGCAGCATATTGGCCTTC  
CGACGAGGTCGATACTTATAATTCGGGTATTTCTCTCTGTGCATGGCCTGTAA



Sequenciamento do Híbrido *Da2* ♂ Primer Direito

NNNATCGACCTCGACGGAAGGCCAATATAGCTGCAGAACAATGACAGTTTGCTT  
 ACCGCCGATCCATCTTCAGAACTCTGCAAGCAGAGGACAGGTTGTACACCTTC

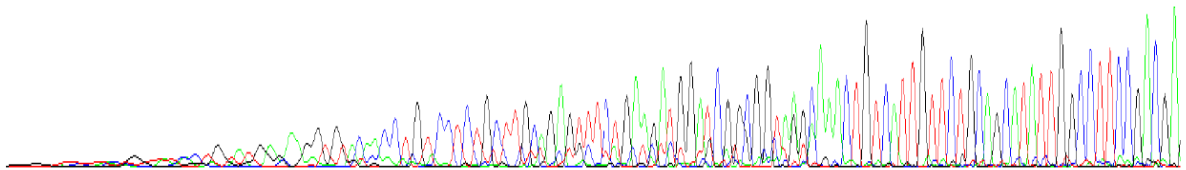
TCATACAGTGATAACAGTAAGAAATCCACCCAATCAACAATGGAACACCCGCTA  
GA



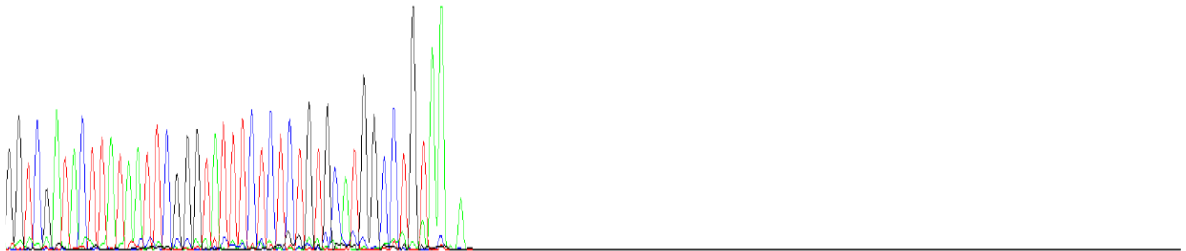
Sequenciamento do Híbrido *Da2* ♂ Primer Reverso

NAGNNTNTCNGNTTCCTGTATGAGAAGGTGTACAACCTGTCCTCTGCTTGCAGA  
GTTTCTGAAGATGGATCGGCGGTAAGCAAACCTGTCATTGTTCTGCAGCATATTG  
GCCTCCGACGAGGTCGATACTTATAATTCGGGTATTTCTCTCTGTGCATGGCC  
TGTA

10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120  
N A G N N N T C N G N T T C C T G T A T G A G A A G G T G T A C A A C C T G T C C T C T G C T T G C A G A

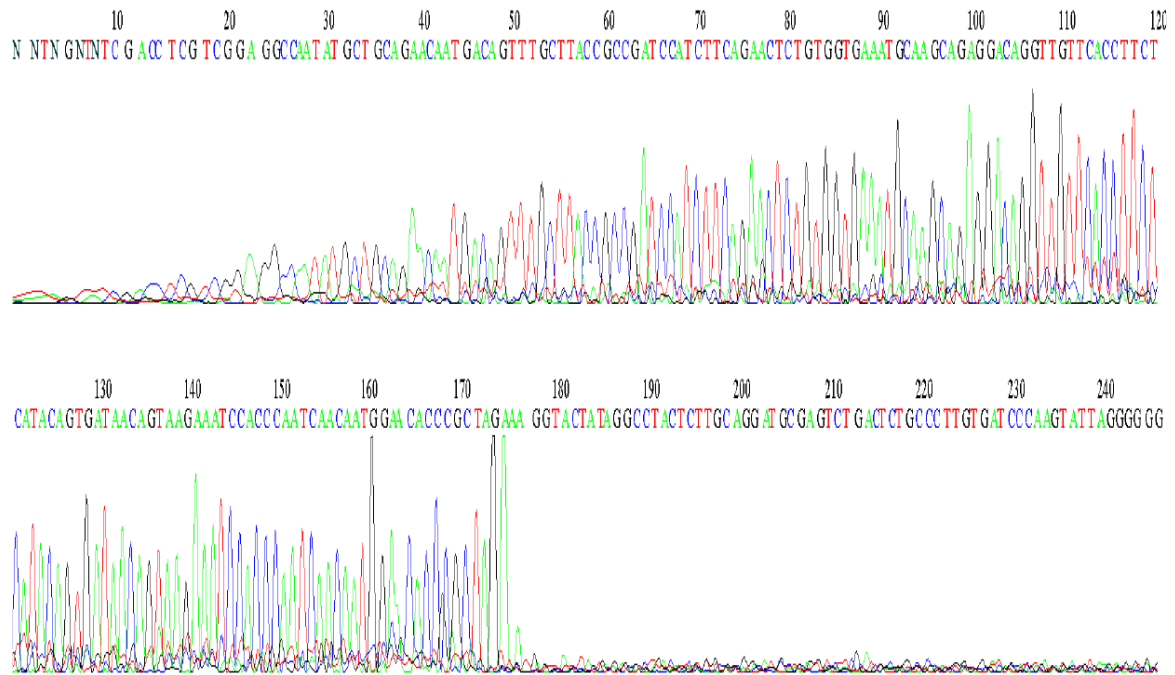


130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230 240  
G G T C G A T A C T T A T A A T T C G G G T A T T T C T C T G T C C A T G G C C T G T A A A C C G A G A C G A C C A T G T A T T T T C C T T G C C C T T C C C T C A C C T A C T A T G G T A A T A T T A T T A C C T G C T G A T A A A T G



Sequenciamento de um macho de *Callithrix jacchus* Primer direito

NNTNGTNTTCGACCTCGTCGGAGGCCAATATGCTGCAGAACAATGACAGTTTGC  
TTACCGCCGATCCATCTTCAGAACTCTGTGGTCAAATGCAAGCAGAGGACAGGT  
TGTTACCTTCTCATAACAGTGATAACAGTAAGAAATCCACCCAATCAACAATGGA  
ACACCCGCTAGA

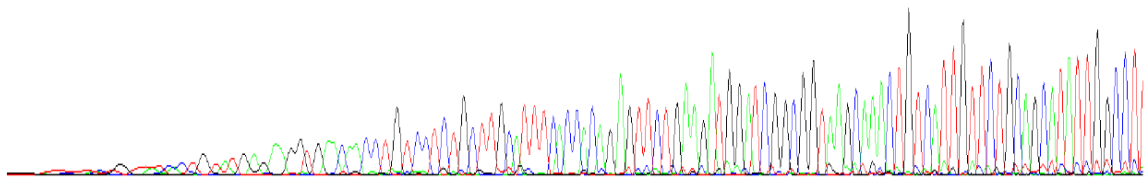


Sequenciamento de um macho de *Callithrix jacchus* Primer reverso

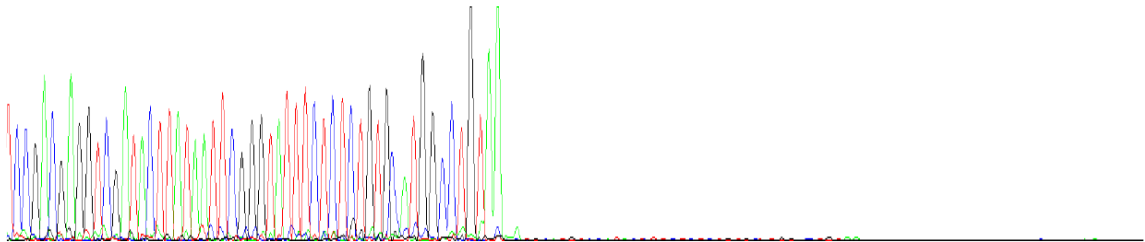


GNGTNNNNTTCTGNTTNTCACTGTATGAGAAGGTGAACAACCTGTCCTCTGCTT  
GCATTTACCCACAGAGTTTCTGAAGATGGATCGGCGGTAAGCAAACCTGTCATTGT  
TCTGCAGCATATTGGCCTTCCGACGAGGTTCGATACTTATAATTCGGGTATTTCTC  
TCTGTGCATGGCCTGTAA

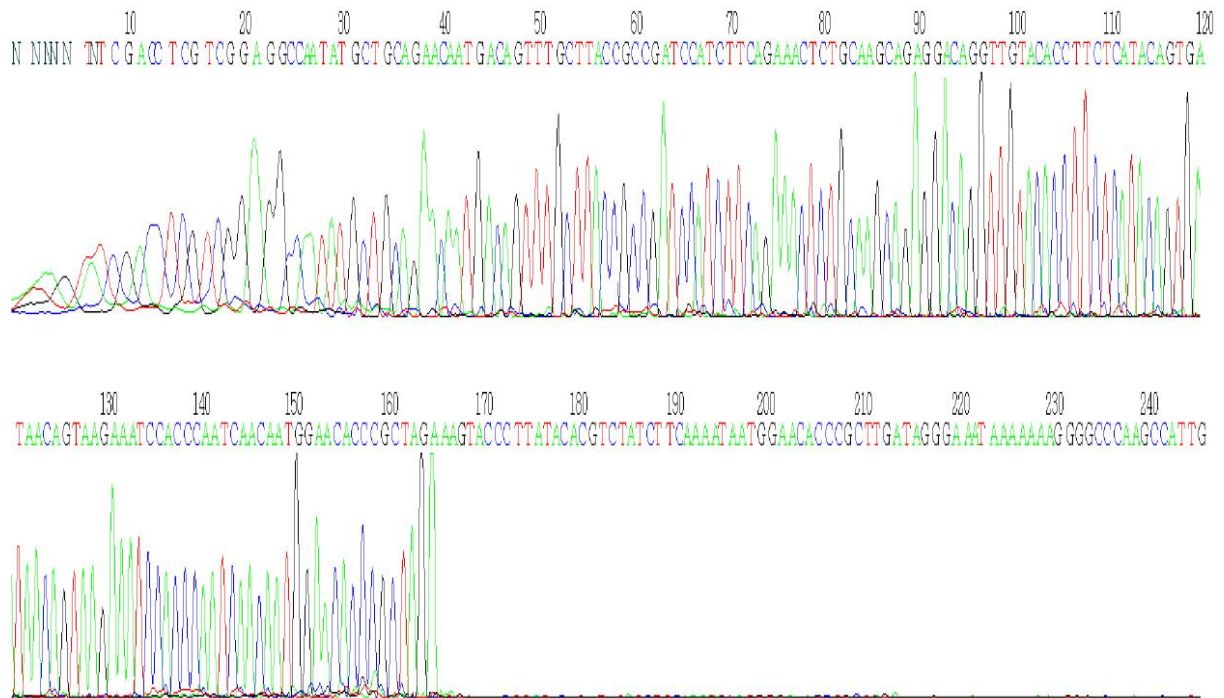
10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120  
GNGTNNNNTTCTGNTTNTCACTGTATGAGAAGGTGAACAACCTGTCCTCTGCTTGCATTTACCCACAGAGTTTCTGAAGATGGATCGGCGGTAAGCAAACCTGTCATTGTCTGCAGCATATTGGCCT



130 140 150 160 170 180 190 200 210 220 230 240 250  
TCCGACGAGGTGATACCTTATAATTCGGGTATTCTCTCTGTCATGGCCTGTAAAATGCATGTCCATACCTTCTCTCTGTCATGGACTGTAAAGCTAAAACCATAATACTACAGCTAAATGAA

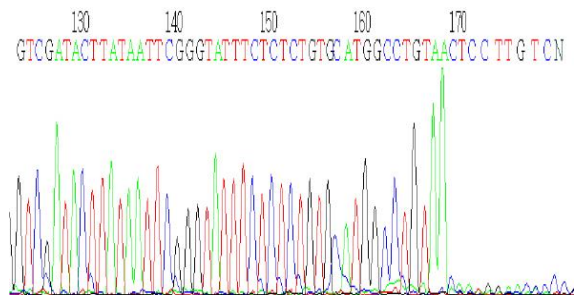
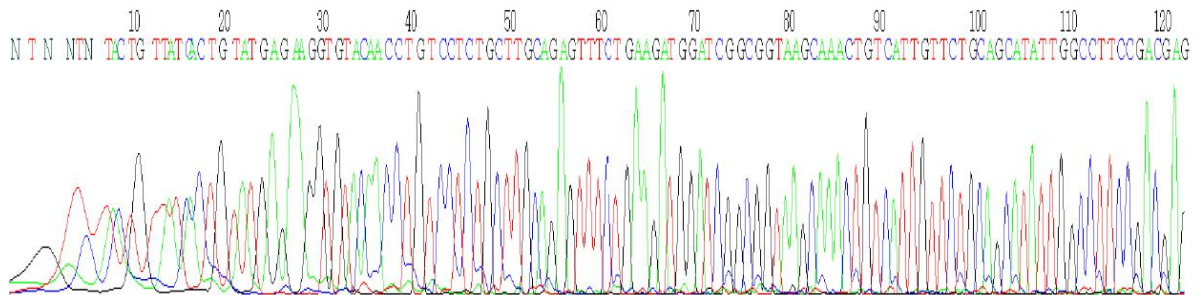


NNNNNTNTCGACCTCGTCCGAGGCCAATATGCTGCAGAACAATGACAGTTTGTCT  
TACCGCCGATCCATCTTCAGAACTCTGCAAGCAGAGGACAGGTTGTACACCTT  
CTCATAACAGTAAGAAATCCACCCAATCAACAATGGAACACCCGCT  
AGA



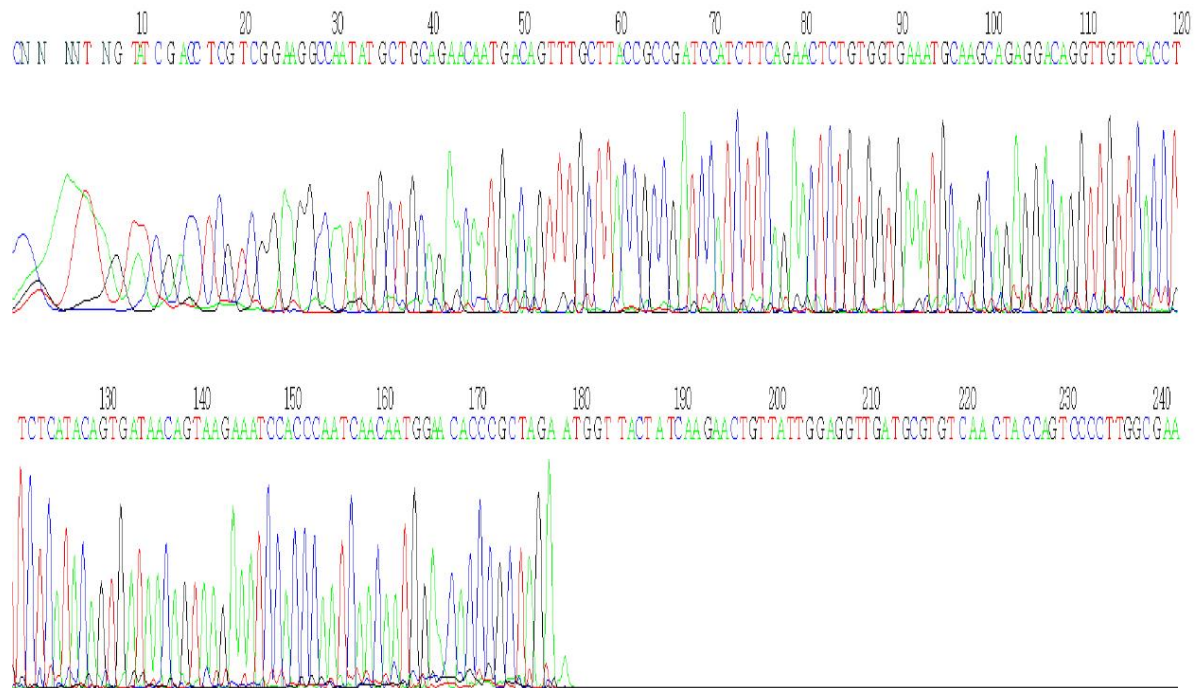
Sequenciamento de *C. aurita* 2060♂ Primer Reverso

NTNNTNACTGTTATCACTGTATGAGAAGGTGTACAACCTGTCCTCTGCTTGCAG  
AGTTTCTGAAGATGGATCGGCGGTAAGCAAACCTGTCATTGTTCTGCAGCATATT  
GGCCTTCGACGAGGTCGATACTTATAATTCGGGTATTTCTCTCTGTGCATGGC  
CTGTAACCTCCTTGTCN



Sequenciamento de *C. penicillata* ♂ Primer Direito

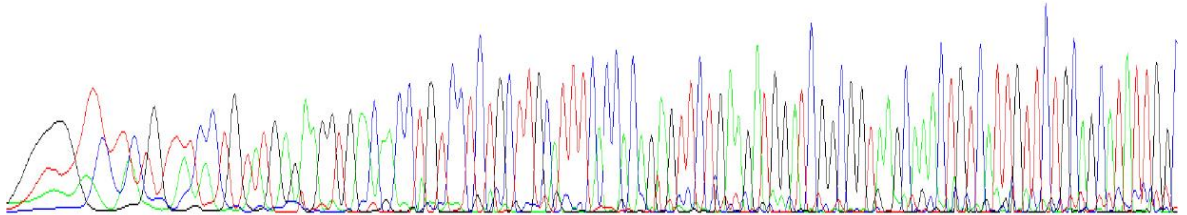
CNNNTNGTATCGACCTCGTCGGAAGGCCAATATGCTGCAGAACAAATGACAGTT  
TGCTTACCGCCGATCCATCTTCAGAACTCTGTGGTGAATGCAAGCAGAGGACA  
GGTTGTTACCTTCTCATAACAGTAAGAAATCCACCCAATCAACAAT  
GGAACACCCGCTAGA



Sequenciamento de *C. penicillata* 0♂ Primer Reverso

NNNTNCNTCTACTGNTATCACTGTATGAGAAGGTGAACAACCTGGTCCTCTG  
CTTGCAATTCACCACAGAAGTTCTGAAGATGGATCGGCGGTAAGCAAACCTGG  
TCATTGTTCTGCAGCATATTGGCCTTCCGACGAGGTGATACTTATAATTTCGG  
GTATTCTCTCTGTCATGGCCTGTAAG

N NNIN CNT C TC TGN TAT CACTG TAT GAGAAGGT GAACAACCTGT CCTCTGCTTGCATTTCCACAG AGTTCTG AAGAT GGATCG GCGGT AAGCAAACCTGT CAT TGT TCTGCAGCATATTGGC



CTTCCGACGAGGTGCACTTATAATTGGGTATTTCTCTCTGTC ATGGCCTGTAGA CG GCTGTTATGACCCGTGACATTTTGGATACC GATTTCCCCACGAGTACATGTGCGATGGTCCC

