



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE  
INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE  
CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE  
PRIMATAS BRASILEIROS - CPB

**Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Instituto Chico Mendes de  
Conservação da Biodiversidade- PIBIC/ICMBio**

**Relatório Final**  
**(2015-2016)**

**ANÁLISE DE VIABILIDADE POPULACIONAL DO GUIGÓ-DA-  
CAATINGA *Callicebus barbarabrownae***

**Hamilton Ferreira Barreto**

**Orientador: Leandro Jerusalinsky (ICMBio/CPB)**

**Coorientador: Sidney Feitosa Gouveia (UFS)**

**São Cristóvão  
Agosto/2016**

## Resumo

A fragmentação de habitats é uma das principais ameaças a biodiversidade, diminuindo os recursos e a viabilidade das espécies. O bioma Caatinga vem sofrendo com esse processo, repercutindo em mudanças na estrutura e da diversidade de suas espécies. Esse ambiente altamente fragmentado abriga o primata conhecido como guigó-da-caatinga (*Callicebus barbarabrownae*), uma espécie endêmica, não representada em Unidades de Conservação e que está listada como criticamente em perigo. Uma das ferramentas utilizadas pelos conservacionistas é a Análise de Viabilidade Populacional (AVP), a qual faz previsões a partir de simulações populacionais sobre o futuro de uma determinada população ao longo de um dado tempo, auxiliando na tomada de decisões sobre o manejo da espécie-alvo. O presente trabalho tem como objetivo geral, sumarizar os dados existentes sobre parâmetros demográficos da espécie *C. barbarabrownae* e realizar uma Análise de Viabilidade Populacional para mesma. Os resultados das projeções demonstram que, para a viabilidade demográfica de uma população de guigó-da-caatinga necessitaria de no mínimo 100 indivíduos, e para alcançar a viabilidade em termos genéticos tal população deve possuir no mínimo 250 indivíduos para um período de 100 anos e em um ambiente sem ameaças. Com isso, dos 47 fragmentos que ocorre a presença da espécie apenas seis são capazes de assegurar a viabilidade demográfica e genética durante os 100 anos. Com projeções que apontam para poucas chances de viabilidade no período de tempo avaliado, é imprescindível que ocorra com urgência a implementação de ações que tentem reverter a situação em que *Callicebus barbarabrownae* se encontra.

*Palavras-chaves: fragmentação, viabilidade e criticamente em perigo.*

## Abstract

Habitat fragmentation is among the main threats to biodiversity, reducing the resources and the viability of the species. The Caatinga biome has been suffering with this process, causing changes in the structure and diversity of their species. This highly fragmented environment houses the primate known as masked-titi-monkey (*Callicebus barbarabrownae*), an endemic species, unrepresented in protected area, and which is classified as critically endangered. One of the tools used by conservationists is the Population Viability Analysis (PVA), which makes predictions from population simulations for the future of a given population over a given time, assisting in making decisions on management the target species. The present work has as main objective to summarize existing data on demographic parameters of specie *Callicebus barbarabrownae* and perform a Population

Viability Analysis for same. The results of the projections show that, for the demographic viability of a population of masked titi monkey-the-caatinga would need at least 100 individuals, and to achieve viability in genetic terms such population must have at least 250 individuals for a period of 100 years in a nonthreatening environment. Therefore, of 47 fragments that is the presence of only six species are able to ensure the viability and population genetics over 100 years. With projections pointing to little chance of viability in the estimated time period, it is imperative to urgently take place to implement actions to try to reverse the situation where Barbara Brown's Titi is.

*Key words: fragmentation, viability and critically endangered.*

## Lista de Figuras e Tabelas.

### Tabelas

<b>Tabela I.</b> Parâmetros utilizados no modelo-base de <i>Callicebus barbarabrownae</i> na área de estudo .....	8
<b>Tabela II:</b> Resultados do teste de sensibilidade relacionados à reprodução e mortalidade de <i>Callicebus barbarabrownae</i> na Caatinga .....	13
<b>Tabela III:</b> Resultados da variação no tamanho da população inicial de <i>Callicebus barbarabrownae</i> na Caatinga .....	14
<b>Tabela IV:</b> Resultados da análise de ameaça da fragmentação sobre a viabilidade de <i>Callicebus barbarabrownae</i> na Caatinga .....	16

### Figuras

<b>Figura I:</b> Variação da população predita para 100 anos .....	12
<b>Figura 2:</b> Probabilidade de sobrevivência de <i>Callicebus barbarabrownae</i> na Caatinga para as diferentes populações iniciais .....	14
<b>Figura 3:</b> Diversidade genética de <i>Callicebus barbarabrownae</i> na Caatinga para as diferentes populações iniciais .....	15

## Sumário

<b>1. Introdução.....</b>	<b>5</b>
<b>2. Objetivos .....</b>	<b>7</b>
<b>3. Materiais e Métodos .....</b>	<b>7</b>
<b>4. Resultado.....</b>	<b>12</b>
<b>5. Discussão e Conclusões .....</b>	<b>17</b>
<b>6. Recomendações para o manejo .....</b>	<b>18</b>
<b>7. Agradecimentos .....</b>	<b>20</b>
<b>8. Citações e referências bibliográficas .....</b>	<b>20</b>

## 1. Introdução

A fragmentação de habitat é o processo que divide um habitat maior e contínuo em fragmentos ou manchas menores, mais ou menos isolados (Shafer, 1990). Esse processo é a maior ameaça à biodiversidade no planeta. Além da perda e isolamento de populações, indivíduos de espécies em ambientes fragmentados podem não ser capazes de mover-se para habitats mais adequados, aumentando a pressão sobre recursos disponíveis e a probabilidade de endogamia, e reduzindo a variabilidade genética das populações, com efeitos negativos sobre a persistência da espécie em médio e longo prazo (Collingham & Huntley 2000; Fischer & Lindenmayer 2013).

Um bioma que se encontra em um avançado processo de fragmentação é a Caatinga, sobretudo em função do avanço da agricultura, da pecuária e da queima indiscriminada da vegetação para fins energéticos (Castelletti et al. 2004, Mamede & Araújo 2008). Essas alterações têm sido responsáveis por modificações na estrutura e da diversidade de espécies existentes no bioma. Entretanto, pouco se conhece sobre o efeito da fragmentação da Caatinga sobre a persistência das espécies existentes no bioma. Uma das formas de reduzir os efeitos da fragmentação tem sido a criação de Unidade de Conservação da Natureza. Entretanto, uma baixa proporção do bioma Caatinga está protegida por unidades de conservação (Gouveia et al. 2010), o que torna o bioma um dos mais ameaçados do Brasil.

Um dos grupos que estão entre as principais vítimas do processo de fragmentação é o dos primatas. Eles podem ser afetados de diferentes maneiras, sobretudo através da divisão (por vezes, aleatória) da população entre os fragmentos resultantes e do efeito negativo exercido por remanescentes cada vez menores, o que pode acelerar a extinção local das populações (Marsh, 2003). A pesquisadora sugere ainda que, o primata que utiliza a matriz circundante pode apresentar maior sucesso em fragmentos florestais, porém fatores como, a disponibilidade de alimento apropriado pode dificultar o sucesso de algumas espécies.

Os fragmentos de habitats junto com as espécies remanescentes encontradas neles se tornaram o alvo dos esforços da Biologia da Conservação (Cerqueira et al., 2003; Marsh, 2003; Ricklefs, 2010), principalmente quando tais espécies são consideradas ameaçadas de extinção. Os conservacionistas tentam encontrar maneiras para diminuir os riscos causados pela fragmentação de habitat e aumentar a viabilidade de tais espécies, eles estão interessados em poder fazer previsões sobre quais espécies vão desaparecer em ambientes que estão passando pelo processo de fragmentação, além de poder determinar quais são as

características ambientais que devem ser levadas em consideração durante a criação de uma reserva ambiental (Paglia, 2006).

Dentro desse contexto, a abordagem de Análises de Viabilidade Populacional (AVP) procura, utilizando dados coletados sobre as espécies, seus habitats e as ameaças que os impactam, fazer previsões sobre o futuro de uma dada população ao longo de um determinado tempo (Gilpin & Soulé, 1986; Boyce, 1992). As previsões de AVPs são feitas a partir de modelos de simulações computacionais que levam em consideração fatores estocásticos e determinísticos (Chapman et al, 2001). Estes modelos são preenchidos com informações ambientais e biológicas que podem afetar as probabilidades de extinção da população em estudo (Paglia, 2003).

No Brasil, um caso que pode ser citado sobre o uso da AVP como ferramenta utilizada por pesquisadores na busca pela conservação de uma espécie, é do mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*), onde foi possível estimar os fatores causadores de extinção e formular estratégias para o manejo conservacionista. A espécie foi alvo de quatro trabalhos: o primeiro foi um Workshop feito para quatro espécies de mico-leão, *Leontopithecus rosalia*, *Leontopithecus chrysomelas*, *Leontopithecus chrysopygus*, *Leontopithecus caissara* (Seal et al., 1990), tendo continuidade por Ballou et. al. (1998) e Holst et. Al. (2006). Outras espécies de primatas também foram alvo de AVP visando a formulação de estratégias para sua conservação: *Brachyteles hypoxanthus* (Rylands et al., 1998; Strier, 2000), *Sapajus xanthosternos* (Kierulff et al., 2005; Canale et al., XXX acho que 2016) *Sapajus flavius* (Valença-Montenegro, 2011), *Saguinus bicolor* (Gordo, 2012; Campos et al., no prelo), *Callicebus coimbrai* (Jerusalinsky, 2013).

Uma espécie que pode ser beneficiada com as projeções de AVP é o guigó-da-caatinga (*Callicebus barbarabrownae*). Esta é a única espécie de primata endêmica da Caatinga, e sua distribuição geográfica é restrita aos estados da Bahia e Sergipe, com uma extensão de ocorrência aproximada de 291.438 km<sup>2</sup>, entre altitudes que variam de 241 a 908 m (Printes, 2007; Printes et al., 2011; Printes et al., 2016). Por apresentar uma população considerada extremamente pequena (com estimativa de menos de 250 indivíduos maduros na natureza) e estar distribuído em um ambiente severamente fragmentado, a Caatinga, o guigó-da-catinga é listado pela IUCN e pelo MMA como criticamente em perigo (Veiga et al, 2008; Brasil/MMA, 2014; Printes et al., 2016).

Por esse motivo *Callicebus barbarabrownae* junto com outras quatro espécies (*Alouatta belzebul*, *Callicebus coimbrai*, *Cebus flavius* e *Cebus xanthosternos*), que também estão ameaçados de extinção no nordeste do Brasil devido principalmente à fragmentação de habitats, está enfocado pelo Plano de Ação Nacional (PAN) para a Conservação dos primatas do Nordeste. Esse PAN tem como objetivo geral garantir pelo menos cinco populações viáveis para cada espécie-alvo, em diferentes ecossistemas, aumentando a área e a conectividade dos habitats dessas espécies e dirimindo os conflitos socioambientais nas áreas de ocorrência, até 2016. Dentre estas cinco espécies, o guigó-da-caatinga é a única que não é encontrada em nenhuma Unidade de Conservação (ICMBio, 2011). Cabe, também destacar que, dentre os seis primatas brasileiros atualmente considerados Criticamente em Perigo de extinção, *C. barbarabrownae* é o único que não tem populações registradas em UC (Printes et al., 2011, 2016).

## 2. Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo geral, sumarizar os dados existentes sobre parâmetros demográficos da espécie *Callicebus barbarabrownae* e realizar uma Análise de Viabilidade Populacional (AVP).

Os objetivos específicos são:

- i) Avaliar a viabilidade e o risco de extinção do guigó-da-caatinga;
- ii) Estimar a população mínima viável da espécie;
- iii) Subsidiar medidas de conservação e manejo da espécie;

## 3. Material e Métodos

Na primeira parte do trabalho, foi feita a busca por informações relevantes sobre a biologia da espécie-alvo, principalmente de seus aspectos demográficos, as quais são utilizadas na produção da Análise de Viabilidade Populacional. No caso do *Callicebus barbarabrownae* não foi encontrado dados relevantes sobre sua ecologia, sendo assim, a pesquisa de dados ecológicos teve como alvo o grupo no qual está se encontra, *Callicebus personatus*. Esse procedimento parte do pressuposto que espécies filogeneticamente próximas compartilham diversas características biológicas e ecológicas (Wiens e Graham, 2005).



Embora não seja a ideal, essa abordagem nos permite aproximar a maioria dos atributos relevantes de uma espécie para finalidades como esta proposta neste estudo.

A AVP está sendo desenvolvida com o auxílio do *Software “Vortex: a stochastic simulation of the extinction process”* (versão 10.0.7.9) (Lacy e Pollak, 2014), escolhido por ser um dos mais utilizados em trabalhos de AVPs (por exemplo, Kierulff (1993), Montenegro (2011) e Jerusalinsky (2013), entre outros).

O passo inicial em uma AVP é fazer um modelo-base para a espécie em questão, essa simulação tem como objetivo investigar a viabilidade de uma população hipotética, biologicamente correta, sem ameaças antrópicas, que reflita o potencial biológico da espécie.

Para a montagem do modelo-base da espécie *Callicebus barbarabrownae* foi seguindo as instruções do manual do próprio *Software* (Lacy, Miller e Traylor-Holzer, 2015) e modelos bases encontrados em trabalhos sobre Análise de Viabilidade Populacional que utilizam o Vortex (Montenegro, 2011; Jerusalinsky, 2013). A Tabela I demonstra os dados utilizados na montagem do modelo-base.

**Tabela I:** Parâmetros utilizados no modelo-base de *Callicebus barbarabrownae* na área de estudo.

<b>Parâmetros de entrada</b>	<b>Valores e características</b>	<b>Comentários e referencias</b>
<i>Configurações do cenário</i> Número de interações	500	Para obter uma descrição mais rigorosa do comportamento da população simulada deve ser inserido entre 500 e 1000 interações (Lacy, Miller e Traylor-Holzer, 2015).
Número de anos e duração de cada ano em dias	100 anos de 365 dias	Simulações a curto prazo com apenas algumas décadas fazem com que os processos que controlam a dinâmica populacional possam levar a população para a extinção, é sugerido entre 100 e 200 anos (Lacy, Miller e Traylor-Holzer, 2015).
Definição de extinção	Apenas um sexo sobrevive	É mais comum a extinção ser simplesmente definida

		como a ausência de pelo menos um dos sexos (Lacy, Miller e Traylor-Holzer, 2015).
Numeração de populações	1	Padrão de modelo base.
<i>Descrição da espécie</i> Depressão por endogamia	Sim	Redução na sobrevivência no primeiro ano de vida (Lacy, Miller e Traylor-Holzer, 2015).
Equivalentes letais	6,29	Na falta de melhores estimativas, foram usadas as sugeridas pelo Vortex (Lacy e Pollak, 2014).
Porcentagem devido a letais recessivos	50	
Concordância do efeito da variação ambiental sobre a reprodução e a sobrevivência	Sim	
<i>Sistema reprodutivo</i> Sistema reprodutivo	Monogamia de longo prazo	Fuentes (1999), Bicca-Marques & Heymann (2013)
Idade da primeira cria para fêmeas	3 anos	Bicca-Marques & Heymann (2013)
Idade da primeira cria para machos	3 anos	Bicca-Marques & Heymann (2013)
Idade máxima de reprodução para ambos os sexos	15 anos	Dados inseridos no modelo base da AVP do <i>Callicebus coimbrai</i> (Jerusalinky, 2013)
Tempo de vida máxima	15 anos	
Número máximo de crias por ano	1	Defler, (1983); Tirado-Herrera & Heymann, (2004);
Número máximo de filhotes por cria	2	Defler, (1983); Tirado-Herrera & Heymann, (2004);
Razão sexual no nascimento	1:1	
Reprodução dependente de	Não	

densidade		
<i>Taxas reprodutivas</i> Porcentual de fêmeas adultas reprodutivas e desvio padrão	3 anos = 35% (5%) 4 anos = 70% (5%) Mais de 4 anos = 95% (5%)	Como não há dados disponíveis para o grupo, serão utilizados os dados inseridos no modelo-base da AVP do <i>Callicebus coimbrai</i> (Jerusalinky, 2013) por estar estritamente relacionada com a espécie alvo.
Distribuição de crias por ano	0 crias = 35% 1 cria = 65%	Defler, (1983); Tirado-Herrera & Heymann, (2004);
Distribuição do número de filhotes por cria por ano	1 filhote = 99% 2 filhotes = 1%	Defler, (1983); Tirado-Herrera & Heymann, (2004);
<i>Taxas de mortalidade</i> Taxa de mortalidade para ambos os sexos em porcentagem para cada idade e seus respectivos desvio padrão entre parênteses	Até 1 ano = 10% (5%) 1 até 3 anos = 5% 3 até 5 anos = 25% (10%) 5 até 10 anos = 5% (5%) 11 anos = 10% (5%) 12 anos = 20% (5%) 13 anos = 40% (5%) 14 anos = 60% (5%) 15 anos = 80% (5%) 16 anos ou mais = 100% (5%)	Como não há dados disponíveis para o grupo, serão utilizados os dados inseridos no modelo-base da AVP do <i>Callicebus coimbrai</i> (Jerusalinky, 2013) por estar estritamente relacionada com a espécie alvo.
<i>Catástrofes</i> Números e tipos de catástrofes	0	Não incorporado ao modelo-base.
<i>Monopolização de parceiro</i> Grau de monopolização de oportunidades de procriação	100	(Fuentes, 1999), (Bicca-Marques & Heymann 2013)
<i>Tamanho populacional inicial</i> Tamanho populacional inicial, com distribuição etária estável	100	Valor comumente usados em AVPs.
<i>Capacidade de suporte</i> Capacidade de suporte	100	O valor é o mesmo que o tamanho da população inicial, considerando que a população hipotética esteja em “equilíbrio”, visando avaliar o potencial reprodutivo da espécie (como visto em: Jerusalinky, 2013);

		Montenegro 2011).
<i>Remoção e suplementação</i> Remoção de indivíduos	0	Não incorporado ao modelo-base.
Suplementação de indivíduos	0	Não incorporado ao modelo-base.

A partir do modelo-base foi feito os testes de sensibilidades. Tais testes são utilizados para verificar a variação dos resultados, a partir de modificações nos parâmetros que são incertos ou sujeito de uma gestão (Lacy e Pollak, 2014). Essas modificações foram feitas uma de cada vez, sendo criada uma cópia do modelo-base para cada parâmetro mudado.

Os parâmetros modificados nos testes de sensibilidades foram os seguintes: idade da primeira cria, porcentagem de fêmeas reprodutivas, a taxa de mortalidade até o quinto ano de vida e o tamanho inicial da população. Este último com a finalidade de descobrir qual a População Mínima Viável (PMV) levando em consideração os parâmetros do modelo-base. Cada parâmetro apresenta valores superiores e inferiores em relação aos valores do modelo-base (Tabela II, III).

Por fim foram criados cenários para analisar as ameaças que a espécie alvo sofre. A única ameaça utilizada foi o desmatamento da Caatinga, para isso, foi introduzido valores diferentes na redução da capacidade de suporte (sem redução, -0,3%/ano, -0,5%/ano e -0,6%/ano) em senários com tamanho de população inicial distintos, e com capacidade de suporte igual ao tamanho da população inicial, todos os outros parâmetros utilizados eram idênticos aos do modelo-base. Os tamanhos das populações iniciais consideradas nesta etapa foram calculados a partir dos tamanhos de fragmentos, onde o guigó-da-caatinga está presente, multiplicado pela a sua densidade populacional. Foi considerado que o guigó-da-caatinga apresenta uma densidade populacional de cerca de quatro indivíduos/km<sup>2</sup> (Freitas, 2010).

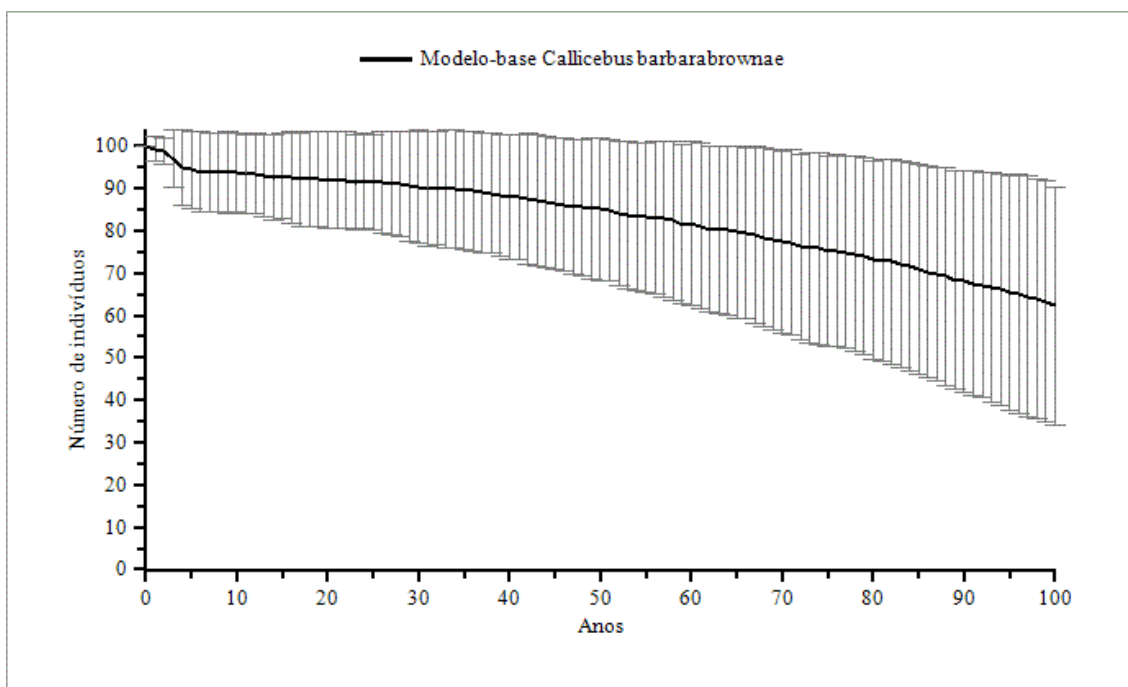
Para a descoberta de tais fragmentos foi o utilizado o Software Global Mapper versão 11.0 (Global Mapper Software LLC, 2009), onde foi feito a junção de um arquivo em formato “shape”, que possuía os fragmentos do Bioma Caatinga, com um arquivo em formato “txt”, que apresenta as coordenadas de distribuição da espécie *Callicebus barbarabrownae*. A partir da união desses arquivos foi feito uma “limpeza” dos fragmentos da Caatinga, mantendo apenas os que possuíam os pontos de confirmação ou os que estavam a uma distância menor que 500 metros dos pontos.

A distância de até 500 metros foi assumida como um possível erro de amostragem, levando em consideração que no momento a anotação da coordenada não tenha sido possível no local correto, e também pelo fato de um dos métodos de registro da espécie ser a partir de resposta a reprodução de playback da vocalização, sendo esse método utilizado quando não se é possível adentrar a Caatinga para o registro visual (como visto em Printes, 2007).

Dos fragmentos que o guigó-da-caatinga foi considerado presente, apenas alguns foram utilizados para a análise de ameaça, não foi criado simulações de ameaça para todos os fragmentos, pelo fato da maioria desses apresentarem suas capacidades de suporte muito semelhantes entre si e inferiores à PMV.

#### 4. Resultados

O modelo-base teve como resultado (Figura I) um crescimento estocástico ( $r$ ) de 0,011, a média da probabilidade de extinção (**Pr.Extinction**) foi igual a 2%, uma diversidade genética (**GeneDiv**) de 86% e uma tamanho populacional final (**N**) em média de 65 indivíduos. Sendo assim, para os 100 anos inseridos neste modelo a população hipotética é considerada demográfica viável, porém em relação à diversidade genética o patamar de viabilidade não é atingido.



**Figura I:** Variação da população predita para 100 anos.

Os resultados encontrados nos testes de sensibilidade em relação ao parâmetro de idade da primeira cria (Tabela II), é possível ver que quanto maior for o ano da primeira reprodução, maior será a probabilidade de extinção, a diversidade genética diminuirá e menor será o crescimento estocástico. No parâmetro de percentual de fêmeas reprodutivas, quando é usado um valor constante (90 ou 95%) a probabilidade de extinção torna-se nula, a diversidade genética e o crescimento estocástico aumentam, e quanto maior for o percentual de fêmeas reprodutivas maior será o crescimento estocástico.

Sobre as taxas de mortalidade, no geral, é possível notar que, quando são usados valores superiores ao modelo-base ocorre uma diminuição muito acentuada da viabilidade, a probabilidade de extinção aumenta drasticamente, a diversidade genética reduz consideravelmente em valores muito altos da mortalidade e o crescimento estocástico reduz muito. Já os valores inferiores ao modelo-base, aumenta a viabilidade da população, mas não de forma muita acentuada se comparada com os valores superiores de mortalidade, a probabilidade de extinção não diminui muito e torna-se nula apenas nas idades entre três e cinco anos, a diversidade genética não apresenta uma variação muito grande, já o crescimento estocástico aumenta de forma considerável.

**Tabela II:** Resultados do teste de sensibilidade relacionados à reprodução e mortalidade de *Callicebus barbarabrownae* na Caatinga.

<b>Parâmetros modificados</b>	<b>Valores Muito baixo</b>	<b>Baixo</b>	<b>Modelo base</b>	<b>Alto</b>	<b>Muito alto</b>
<b>Idade da primeira cria</b>	-	-	<b>3 anos</b>	<b>4 anos</b>	<b>5 anos</b>
<i>Probabilidade de extinção</i>			2%	14%	58%
<i>Diversidade genética</i>			86%	84%	80%
<i>Crescimento estocástico</i>			0,011	-0,004	-0,027
<b>Porcentual de fêmeas adultas reprodutivas</b>	-	-	<b>3 anos = 35%; 4 anos = 70% e &gt;5 anos = 95%</b>	<b>90% todas idades</b>	<b>95% todas idades</b>
<i>Probabilidade de extinção</i>			2%	0%	0%
<i>Diversidade genética</i>			86%	87%	87%
<i>Crescimento estocástico</i>			0,011	0,025	0,032
<b>Taxa de mortalidade</b>					
<b>0-1 ano</b>	-	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>	<b>20%</b>
<i>Probabilidade de extinção</i>		1%	2%	7%	19%
<i>Diversidade genética</i>		86%	86%	84%	82%
<i>Crescimento estocástico</i>		0,018	0,011	0,003	-0,008
<b>1-3 anos</b>	-	<b>2,5%</b>	<b>5%</b>	<b>7,5%</b>	<b>10%</b>
<i>Probabilidade de extinção</i>		1%	2%	8%	17%
<i>Diversidade genética</i>		88%	86%	85%	83%
<i>Crescimento estocástico</i>		0,021	0,011	0,003	-0,007

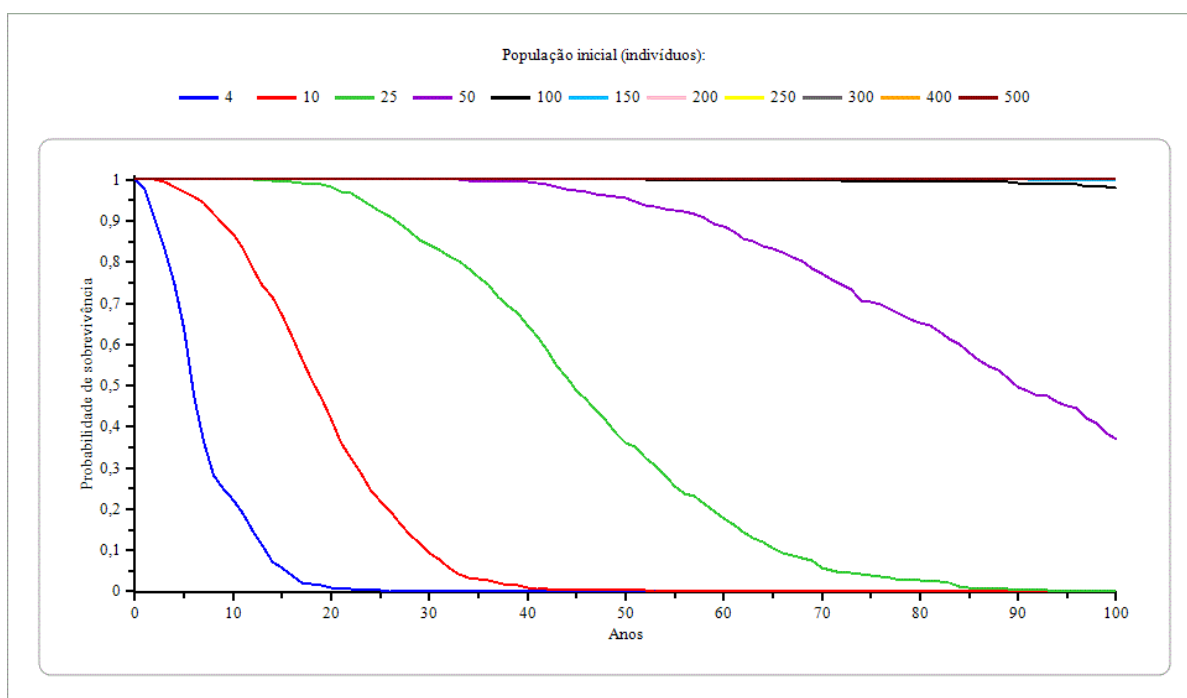
<b>3-5 anos</b>	<b>15%</b>	<b>20%</b>	<b>25%</b>	<b>30%</b>	<b>35%</b>
<i>Probabilidade de extinção</i>	0%	0%	2%	26%	70%
<i>Diversidade genética</i>	89%	88%	86%	82%	75%
<i>Crescimento estocástico</i>	0,043	0,028	0,011	-0,011	-0,032

Os resultados das mudanças dos parâmetros no tamanho da população inicial, que serve para identificar a PMV, demonstram que o patamar de viabilidade demográfica é alcançado em populações com mais de 100 indivíduos. Já o patamar de viabilidade genética é alcançado apenas em populações acima de 250 indivíduos (Tabela III, Figura 2). Logo a PMV para *Callicebus barbarabrownae* pode ser estipulada como 250 indivíduos para um período de 100 anos.

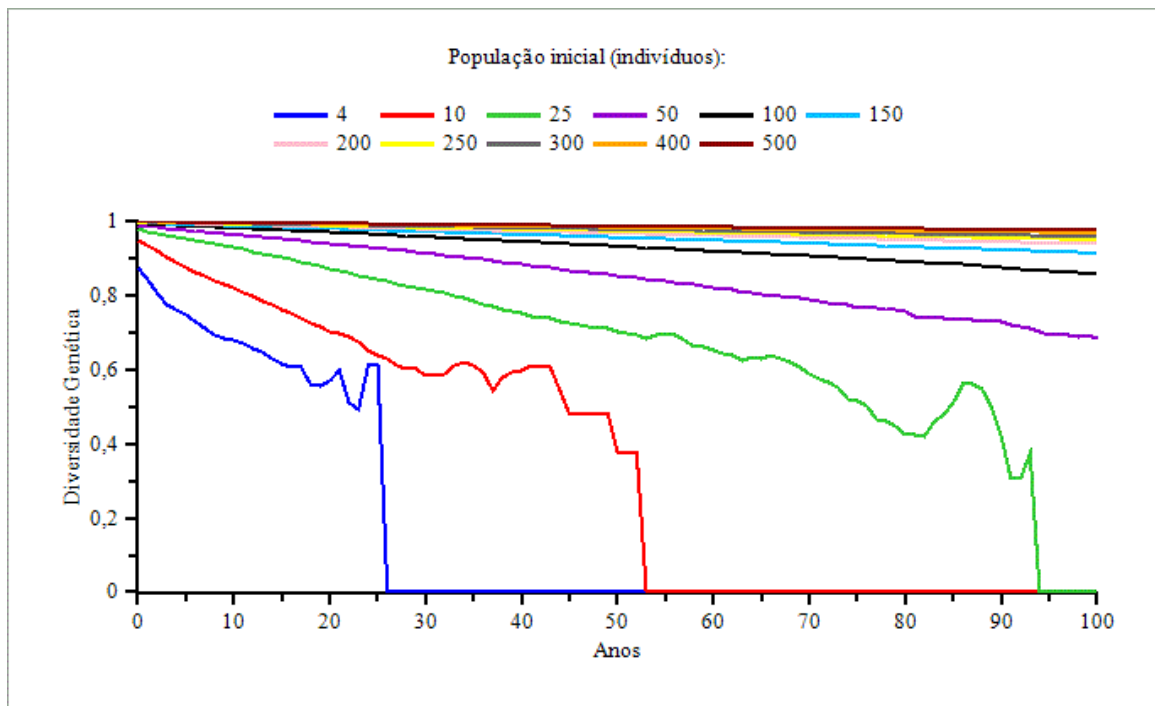
**Tabela III:** Resultados da variação no tamanho da população inicial de *Callicebus barbarabrownae* na Caatinga.

<b>Tamanho da população inicial (indivíduos)</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
<i>Probabilidade de Extinção</i>	100%	100%	100%	63%	2%
<i>Diversidade genética</i>	0%	0%	0%	68%	86%
<i>Crescimento Estocástico</i>	-0,005	-0,040	-0,031	-0,014	0,011

<b>Tamanho da população inicial (indivíduos)</b>	<b>150</b>	<b>200</b>	<b>250</b>	<b>300</b>	<b>400</b>	<b>500</b>
<i>Prob. Extinção</i>	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Diversidade genética</i>	91%	94%	95%	96%	97%	98%
<i>Cresc. Estocástico</i>	0,020	0,024	0,026	0,027	0,029	0,030



**Figura 2:** Probabilidade de sobrevivência de *Callicebus barbarabrownae* na Caatinga para as diferentes populações iniciais.



**Figura 3:** Diversidade genética de *Callicebus barbarabrownae* na Caatinga para as diferentes populações iniciais.

Como resultado da distribuição do *Callicebus barbarabrownae* em relação aos fragmentos da Caatinga, dos 81 pontos utilizados, 34 estavam fora de fragmentos enquanto 47 foram considerados dentro. Os tamanhos dos fragmentos são variados, sendo o menor com uma área igual a 0,0734 km<sup>2</sup> e um perímetro igual a 1,307 km, e o maior com 592,813 km<sup>2</sup> e 483,62 km de área e perímetro respectivamente.

Em relação ao número máximo de indivíduos que cada fragmento pode suportar, a mancha menor teoricamente não suportaria nem mesmo um indivíduo pelo fato de apresentar uma área muito pequena, já a maior seria capaz de suportar cerca de 2371 indivíduos. Cerca de 87% desses fragmentos, ou seja 41 das 47 manchas, apresentam uma capacidade de suporte abaixo de 100 indivíduos, logo não apresentariam uma viabilidade populacional mesmos que fossem inseridos em cenários sem ameaças.

Na análise de ameaça (Tabela IV), os fragmentos muito pequenos, que apresentam uma população inicial e uma capacidade de suporte abaixo de 33 indivíduos, não apresentaram uma grande variação entre os níveis de desmatamento, no cenário 4 (33 indivíduos) a probabilidade de extinção aumenta ao ponto que o desmatamento aumenta, sendo extinta quando o nível de desmatamento é de 0,6%/ano.



Os cenários 5 (48 indivíduos), 6 (59 indivíduos) e 7 (77 indivíduos) apresentaram algumas variações nos seus respectivos resultados, no geral, a probabilidade de extinção foi aumentando consideravelmente ao ponto que foi elevado o nível de desmatamento, a diversidade genética apresentou uma pequena redução e o crescimento estocástico apresentou uma variação mais acentuada apenas no cenário que apresenta 77 indivíduos, chegando a ficar positivo quando não ocorria o desmatamento.

Todos os fragmentos que possuem a população inicial acima de 261 (cenários 8 ao 13), apresentam a probabilidade de extinção nula e, e mesmo que seja inserido o desmatamento de 0,6%/ano o valor não sofre alteração. No caso dos fragmentos entre 261 e 312 indivíduos é visto que inicia uma perda da viabilidade genética, dependendo do fragmento isso pode acontecer com o valor mais baixo do desmatamento (cenário 8), ou apenas no último nível de desmatamento (cenário 10).

Os fragmentos maiores (cenários 11, 12 e 13) não apresenta variações significativas em seus resultados, é possível notar que esses cenários juntamente com os menores (cenários 1, 2 e 3) não sofrem modificações em relação as suas respectivas viabilidades. Sendo que para os fragmentos pequenos a extinção acontece mesmo sem nenhum desmatamento, e grandes fragmentos mesmo que apresentem desmatamento com os valores mais elevados (0,6%/ano), não diminuem sua viabilidade.

**Tabela IV:** Resultados da análise de ameaça da fragmentação sobre a viabilidade de *Callicebus barbarabrownae* na Caatinga.

Nível de Desmatamento	<i>Sem</i>	<i>0,3%/ano</i>	<i>0,5%/ano</i>	<i>0,6%/ano</i>
<b>Cenários</b>				
<b>Cenário 1: N e K = 9 indivíduos</b>				
<i>Probabilidade de Extinção</i>	100%	100%	100%	100%
<i>Diversidade genética</i>	0%	0%	0%	0%
<i>Crescimento Estocástico</i>	-0,036	-0,036	-0,037	-0,037
<b>Cenário 2: N e K = 19 indivíduos</b>				
<i>Probabilidade de Extinção</i>	100%	100%	100%	100%
<i>Diversidade genética</i>	0%	0%	0%	0%
<i>Crescimento Estocástico</i>	-0,034	-0,033	-0,035	-0,035
<b>Cenário 3: N e K = 27 indivíduos</b>				
<i>Probabilidade de Extinção</i>	99%	100%	100%	100%
<i>Diversidade genética</i>	55%	0%	0%	0%
<i>Crescimento Estocástico</i>	-0,028	-0,029	-0,030	-0,029
<b>Cenário 4: N e K = 33 indivíduos</b>				
<i>Probabilidade de Extinção</i>	96%	99%	99%	100%
<i>Diversidade genética</i>	59%	61%	56%	0%
<i>Crescimento Estocástico</i>	-0,025	-0,026	-0,025	-0,026

<b>Cenário 5: N e K = 48 indivíduos</b>				
<i>Probabilidade de Extinção</i>	70%	83%	86%	90%
<i>Diversidade genética</i>	70%	61%	60%	61%
<i>Crescimento Estocástico</i>	-0,016	-0,018	-0,019	-0,019
<b>Cenário 6: N e K = 59 indivíduos</b>				
<i>Probabilidade de Extinção</i>	42%	56%	65%	70%
<i>Diversidade genética</i>	72%	72%	67%	64%
<i>Crescimento Estocástico</i>	-0,008	-0,011	-0,013	-0,014
<b>Cenário 7: N e K = 77 indivíduos</b>				
<i>Probabilidade de Extinção</i>	12%	19%	31%	37%
<i>Diversidade genética</i>	80%	76%	74%	74%
<i>Crescimento Estocástico</i>	0,003	0,000	-0,004	-0,005
<b>Cenário 8: N e K = 261 indivíduos</b>				
<i>Probabilidade de Extinção</i>	0%	0%	0%	0%
<i>Diversidade genética</i>	95%	94%	93%	93%
<i>Crescimento Estocástico</i>	0,027	0,025	0,024	0,023
<b>Cenário 9: N e K = 298 indivíduos</b>				
<i>Probabilidade de Extinção</i>	0%	0%	0%	0%
<i>Diversidade genética</i>	96%	95%	94%	94%
<i>Crescimento Estocástico</i>	0,027	0,026	0,025	0,025
<b>Cenário 10: N e K = 312 indivíduos</b>				
<i>Probabilidade de Extinção</i>	0%	0%	0%	0%
<i>Diversidade genética</i>	96%	95%	95%	94%
<i>Crescimento Estocástico</i>	0,027	0,027	0,026	0,026
<b>Cenário 11: N e K = 1096 indivíduos</b>				
<i>Probabilidade de Extinção</i>	0%	0%	0%	0%
<i>Diversidade genética</i>	99%	99%	98%	98%
<i>Crescimento Estocástico</i>	0,033	0,033	0,032	0,032
<b>Cenário 12: N e K = 1331 indivíduos</b>				
<i>Probabilidade de Extinção</i>	0%	0%	0%	0%
<i>Diversidade genética</i>	99%	99%	99%	99%
<i>Crescimento Estocástico</i>	0,033	0,033	0,033	0,032
<b>Cenário 13: N e K = 2371 indivíduos</b>				
<i>Probabilidade de Extinção</i>	0%	0%	0%	0%
<i>Diversidade genética</i>	99%	99	99	99
<i>Crescimento Estocástico</i>	0,034	0,033	0,033	0,033

**Obs.:** N = número de indivíduos da população inicial; K = capacidade de suporte.

## 5. Discussão e Conclusões

Considerando que para a viabilidade demográfica de uma população de guigó-da-caatinga necessitaria de no mínimo 100 indivíduos, e para alcançar a viabilidade em termos genéticos tal população deve possuir no mínimo 250 indivíduos. Os fragmentos de ocorrência e distribuição da espécie demonstram que em apenas seis fragmentos o *Callicebus barbarabrownae* não sofrerá uma possível extinção, ou seja, mesmo se não sofressem quaisquer ameaça, cerca de 87% dos fragmentos não assegurariam a viabilidade demográfica e genética da espécie em um período de 100 anos.

Esse cenário pode piorar se levarmos em consideração que a população inicial e a capacidade de suporte utilizadas nesse estudo, foram calculadas a partir do tamanho da área multiplicada pela densidade populacional, sem considerar a qualidade do fragmento. Logo, os seis fragmentos que asseguram a viabilidade demográfica do guigó-da-caatinga podem possuir valores superestimados e não apresentar resultados tão positivos.

Levando em consideração que é estimada uma população total de aproximadamente 260 indivíduos para espécie (Printes, 2007), seria necessário que ocorresse a translocação de todos os indivíduos para um único fragmento para garantir a viabilidade demográfica e genética da espécie.

O presente trabalho terá continuidade para que sejam feitas mais simulações para complementar a análise de viabilidade populacional juntamente com a modelagem de distribuição da espécie. Será feita simulações para algumas metapopulações representativas da situação da espécie, análise de outras ameaças (como caça) e também a simulação de medidas para sua mitigação (fiscalização, educação ambiental, etc.).

A escassez de dados biológicos sobre *C. barbarabrownae* foi uma das maiores limitações para o desenvolvimento presente estudo. Para tentar minimizar essa limitação foram usados dados do grupo taxonômico do qual a espécie faz parte e que, por serem espécies semelhantes em termos biológicos e ecológicos, tal abordagem permite uma aproximação dos dados.

Com as informações geradas no presente estudo, corrobora-se a situação de alto risco da espécie, com projeções que apontam para poucas populações com chances de viabilidade no período de tempo avaliado. Assim, que é imprescindível para a persistência da espécie, que ocorra com urgência a implementação de ações que tentem reverter a situação em que o guigó-da-caatinga se encontra, com foco tanto na própria espécie e bioma que esta reside, quanto na educação dos moradores das proximidades dos fragmentos.

## **6. Recomendações para o manejo**

Como um dos objetivos do Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Primatas do Nordeste, é garantir pelo menos cinco populações viáveis para cada espécie-alvo, e pelos resultados do presente estudo indicarem seis fragmentos que podem assegurar a viabilidade do *Callicebus barbarabrownae* em 100 anos, recomenda-se que essas áreas sejam priorizadas nos esforços para proteção de habitats da espécie.

Estudos mais aprofundados nesses fragmentos poderiam resultar em dados mais precisos sobre a caracterização da área e o tamanho das populações que ali ocorrem. Além de ampliar o conhecimento sobre a espécie e seus habitats, isso seria fundamental para auxiliar na escolha de uma localidade para a criação de uma Unidade de Conservação (UC) – preferencialmente de proteção integral – para a proteção do guigó-da-caatinga, o que, por sua vez, aumentaria as chances de persistência da espécie. Além de pelo menos uma UC pública, recomenda-se, também, o estímulo à criação de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) em áreas privadas, especialmente naquelas abrangendo os fragmentos em que encontrou-se maiores perspectivas de viabilidade populacional. A criação de unidades de conservação para proteção do guigó-da-Caatinga é ainda mais relevante pelo fato que dentre as cinco espécies-alvo do Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Primatas do Nordeste e dentre todos os primatas Criticamente em Perigo de extinção no Brasil, *Callicebus barbarabrownae* é a única que não teve populações registradas em uma UC.

A criação de UCs, em contrapartida, além de contribuir diretamente para a proteção de populações do guigó-da-Caatinga, poderia tornar mais fácil a obtenção de dados biológicos mais acurados sobre a espécie, pelo fato dos indivíduos estarem em um ambiente mais controlado e pelas UCs poderem servir como bases de investigação, facilitando acesso para os pesquisadores. Bons exemplos disto são a Reserva Biológica de Poço das Antas e a RPPN Feliciano Miguel Abdala, que, além de protegerem populações de micos-leões-dourados (*Leontopithecus rosalia*) e de miquis-do-norte (*Brachyteles hypoxanthus*), respectivamente, funcionam como bases de pesquisa para a geração de informações fundamentais para o manejo conservacionista destas espécies.

Com dados mais acurados sobre *C. barbarabrownae* também seria possível fazer simulações de AVP com maior precisão, já que o presente estudo também evidenciou a escassez de disponibilidade para alguns dados biológicos sobre a espécie. Por fim, a implementação de Unidades de Conservação motivadas pela necessidade de proteção de *C. barbarabrownae* também propiciaria benefícios a outros elementos da fauna e flora da Caatinga.

Em paralelo à estratégia de criação de unidades de conservação, também é necessário que ocorra a fiscalização das localidades com ocorrência do guigó-da-Caatinga, especialmente para combater o desmatamento ilegal, já que o presente estudo evidencia efeitos deletérios desta atividade sobre a viabilidade das populações da espécie. Iniciativas de educação ambiental direcionado aos moradores locais, tanto em relação ao guigó-da-caatinga quanto ao

bioma que este ocorre, também poderiam contribuir para diminuir o desmatamento e a caça que pode reduzir a viabilidade da espécie.

## 7. Agradecimentos

Agradeço ao ICMBio e CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica (PIBIC), aos meus orientadores Leandro Jerusalinsky e Sidney Feitosa Gouveia.

## 8. Citações e referências bibliográficas

Ballou, J.D.; Lacy, R.C.; Kleiman, D.; Rylands, A. & Ellis, S. 1997. **Leontopithecus II: The Second Population and Habitat Viability Assessment for Lion Tamarins (Leontopithecus)**. CBSG, Apple Valley. 148p.

Bicca-Marques, J. C.; Heymann, E. H. 2013. **Ecology and behaviour of titi monkeys (genus *Callicebus*)**. In: Veiga, L. M.; Barnett, A.; Ferrari, S. F.; Norconk, M. (eds.). **Evolutionary biology and conservation of titis, sakis, and uacaris**. Cambridge University Press, Inglaterra. p.: 196-207.

Boyce, M. S., 1992. **Population viability analysis**. Annual Review of Ecology and Systematics, 23: 481-506.

Brasil/MMA, 2014. Portaria MMA n° 444/2014, de 17 de dezembro de 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção. Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/avaliacao-do-risco/PORTARIA\\_N%C2%BA\\_444\\_DE\\_17\\_DE\\_DEZEMBRO\\_DE\\_2014.pdf](http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/biodiversidade/fauna-brasileira/avaliacao-do-risco/PORTARIA_N%C2%BA_444_DE_17_DE_DEZEMBRO_DE_2014.pdf)>

Castelletti, C. H. M., J. M. C. Silva, M. Tabarelli, e A. M. M. Santos. 2004. Quanto ainda resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. Pp 91–100 in J. M. C. Silva, M. Tabarelli, M. Fonseca e L. Lins, editores. **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília.

Cerqueira, R., Brant, A., Nascimento, M. T., & Pardini, R., 2003. Fragmentação: alguns conceitos. **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília: MMA/SBF, p. 23-40.

- Chapman, A. P., Brook, B. W., Clutton-Brock, T. H., Grenfell, B. T., & Frankham, R. (2001). **Population viability analyses on a cycling population: a cautionary tale.** *Biological Conservation*, 97(1), 61-69.
- Collingham, I.C. & Huntley, B. 2000. **Impacts of habitat fragmentation and patch size upon migration rates.** *Ecological Applications*, 10, 131–144.
- Defler, T. R. 1983. Some population characteristics of *Callicebus torquatus lugens* (Humboldt, 1812) (Primates: Cebidae) in eastern Colombia. *Lozania* 38: 1-9.
- Fischer J. & Lindenmayer D.B. 2007. **Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis.** *Global Ecology and Biogeography* 16:265–280.
- Fuentes, A. 1999. Re-evaluating primate monogamy. *Am. Anthropol.* 100: 890-907.
- Freitas, E. B. D., 2010. **Levantamento das populações de mamíferos e aves em um fragmento de Caatinga no alto sertão Sergipano.** Doctoral dissertation, Masters thesis, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.
- Gouveia, S.F., Ruiz-Esparza, J.M., Santana, V.B. De, Carlos, J., Oliveira, C.J.C., Bitencourt, D.P., Gomes, L.J. & Faria, R.G. 2010. **Nove anos de Workshop: panorama dos resultados da definição de áreas prioritárias para a conservação da Caatinga.** *Holos Environment*, 10, 83–94.
- Gilpin, M. E. & Soulé, M. E., 1986. Minimum viable populations: processes of extinction. Pp 19-34. In: M.E. Soulé, (ed.). **Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity.** Sinauer Associates, Sunderland. 584p.
- Holst, B.; Medici, E.P.; Mrinho-Filho, O.J.; Kleiman, D.; Leus, K.; Pissinatti, A.; Vivekananda, G.; Ballou, J.D.; Traylor-Holzer, B.; Raboy, B.; Passos, F.; Paranhos, K.; Vleeschower, K. & Montenegro, M.M. 2006. **Lion tamarin population and habitat viability assessment workshop 2005, final report.** CBSG, Apple Valey. 205p.
- ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade). 2011. **Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Primatas do Nordeste: Sumário Executivo.** Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-plano-de-acao/pan-primatas-caatinga/sumario-primatas-nordeste-web.pdf>>.
- Jerusalinsky, L. 2013. **Distribuição geográfica e conservação de *Callicebus coimbrai* Kobayashi & Langguth, 1999 (Primates – Pitheciidae) na Mata Atlântica do nordeste do**

**Brasil.** Tese de Doutorado. PPG em Ciências Biológicas (Zoologia). Centro de Ciências Exatas e da Natureza. 228p.

Kierulff, M. C. M. 1993. **Avaliação das populações selvagens de mico-leão-dourado, *Leontopithecus rosalia*, e a proposta de estratégia para sua conservação.** Dissertação de Mestrado, em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre. Instituto de Ciências Biológicas. 212p.

Lacy, R.C., e J.P. Pollak. 2014. **Vortex: A Stochastic Simulation of the Extinction Process.** Version 10.0. Chicago Zoological Society, Brookfield, Illinois, USA.

Lacy, R.C., P.S. Miller, and K. Traylor-Holzer. 2015. **Vortex 10 User's Manual.** 19 January 2015 update. IUCN SSC Conservation Breeding Specialist Group, and Chicago Zoological Society, Apple Valley, Minnesota, USA.

LLC, G. M. 2009. **Global Mapper Software LLC.** Parker, CO.

Mamede, M.A.; Araújo F.S. 2008. Effects of slash and burn practices on a soil seed bank of caatinga vegetation in Northeastern Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 72, p. 458–470.

Marsh, L. K., 2003. The nature of fragmentation. In: **Primates in fragments.** Springer US. p. 1-10.

Montenegro, M. M. V. 2011. **Ecologia de *Cebus flavius* (Schreber, 1774) em remanescentes de Mata Atlântica no estado da Paraíba.** Tese de Doutorado. PPG em Ecologia Aplicada, ESALQ. 131p.

Printes, R. C., 2007. **Avaliação taxonômica, distribuição e status do guigó-da-caatinga *Callicebus barbarabrownae* Hershkovitz, 1990 (Primates: Pitheciidae).** Tese de doutorado, UFMG, Belo Horizonte.

Printes, R.C. 2011. Etnoprimatologia e conservação de *Callicebus barbarabrownae*. In: Miranda, J.M.D. & Hirano, Z.M.B. (Orgs.). **A primatologia no Brasil – Volume 12.** Curitiba: UFPR. p. 15-29.

Printes, R. C.; Alonso, A. C.; Jerusalinsky, L., 2016. Processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira. ICMBio. <http://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/lista-de-especies/8035-mamiferos-callicebus-barbarabrownae-guigo-da-caatinga>

Paglia, A. P., 2003. Análises de viabilidade populacional: quantos indivíduos? Serão eles suficientes? Estudo de caso para espécies ameaçadas da mata atlântica do sul da Bahia. **Corredores de Biodiversidade na Mata Atlântica do Sul da Bahia.**

Paglia, A. P.; Fernandez, F. A. S.; De Marco Jr, P., 2006. Efeitos da fragmentação de habitats: quantas espécies, quantas populações, quantos indivíduos, e serão eles suficientes. **Biologia da Conservação: Essências.** São Carlos, SP: RIMA Editora, p. 257-291.

Ricklefs, R. E., 2010. **A economia da natureza.** 6<sup>a</sup> ed. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.

Seal, U.S.; Ballou, J.D. & Valladares-Pádua, C. 1990. **Leontopithecus: population viability analysis workshop.** CBSG, Apple Valley.

Shafer, C. L., 1990. **Nature Reserves: Island Theory and Conservation Practice.** Smithsonian Institution Press, Washington.

Tirado-Herrera, E. R.; Heymann, E. W. 2004. Does mom need more protein? Preliminary observations on differences in diet composition in a pair of red titi monkeys, *Callicebus cupreus*. **Folia Primatologica 75:** 150-153.

Veiga, L.M., Printes, R.C., Rylands, A.B., Kierulff, C.M., De Oliveira, M.M. & Mendes, S.L., 2008. *Callicebus barbarabrownae*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 18 August 2015.

Wiens, J.J. & Graham, C.H. (2005) Niche conservatism: integrating evolution, ecology, and conservation biology. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, **36**, 519–539