

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

CAMILA FERREIRA DA SILVA

**Estrutura e dinâmica de populações de *Hydrochoerus hydrochaeris*
(Linnaeus, 1766) (Rodentia) em duas áreas urbanas no norte do
Paraná, Brasil**

DISSERTAÇÃO

LONDRINA
2015

CAMILA FERREIRA DA SILVA

**Estrutura e dinâmica de populações de *Hydrochoerus hydrochaeris*
(Linnaeus, 1766) (Rodentia) em duas áreas urbanas no norte do Paraná,
Brasil**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Apucarana e Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Edson Fontes de Oliveira

LONDRINA
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca UTFPR - Câmpus Londrina

S586e Silva, Camila Ferreira da

Estrutura e dinâmica de populações de *Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766) (Rodentia) em duas áreas urbanas no norte do Paraná, Brasil/
Camila Ferreira da Silva. – Londrina: [s.n.], 2015.

40 f.: il.; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Edson Fontes de Oliveira

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Londrina, 2015.

Bibliografia: f. 37-40

1. Capivara. 2. Ecologia – População. 3. Densidade Biológica. I. Oliveira, Edson Fontes de, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. III. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. IV. Título.

CDD: 628



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Pró-reitora de Pesquisa e Pós Graduação
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental
Campus Apucarana/Londrina



TERMO DE APROVAÇÃO

Estrutura e dinâmica de populações de *Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766) (Rodentia) em duas áreas urbanas no norte do Paraná, Brasil

por

CAMILA FERREIRA DA SILVA

Dissertação de mestrado apresentada no dia 09 de setembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA AMBIENTAL pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Campus Apucarana/Londrina, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O Candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado. (Aprovado ou Reprovado)

Prof. Dr. Edson Fontes de Oliveira - Orientador
(UTFPR)

Prof. Dr. Erivelto Goulart – Membro Titular
(UEM)

Prof.^a Dr.^a Kátia Valéria Marques Cardoso Prates – Membro Titular
(UTFPR)

Prof. Dr. Edson Fontes de Oliveira
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental

A Folha Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental

DEDICATÓRIA

À Deus por me proporcionar a grande alegria de viver...

Aos meus pais pelo amor incondicional e o apoio de sempre...

AGRADECIMENTOS

A minha família amada, que sempre me apoiou e me proporcionou a oportunidade de continuar estudando mesmo diante de muitas dificuldades.

Ao meu orientador, professor e amigo Dr. Edson Fontes de Oliveira, pelo qual tenho uma grande admiração, respeito e consideração.

Aos amigos de mestrado, Sameh Adib Abou Rafee e Rafaela Squizzato, pela ajuda no georreferenciamento das áreas de estudo, a qual teve importância fundamental no desenvolvimento da minha Dissertação. Meus sinceros agradecimentos.

Aos demais colegas de curso, pelas amizades construídas e pela troca de experiências, desejo muito sucesso, que todos consigam atingir seus objetivos e conquistas em suas carreiras profissionais.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, que fizeram parte do meu aprendizado. Sempre serei grata a todos.

À Fundação Boticário e à CAPES pelo apoio financeiro, permitindo a realização desse trabalho.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

SILVA, Camila Ferreira da. Estrutura e dinâmica das populações de *Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766) (Rodentia) em duas áreas urbanas no norte do Paraná, Brasil. 2015. 40f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2015.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a ecologia populacional de *Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766) em duas áreas urbanas no norte do Paraná, uma aberta e outra protegida, avaliando os efeitos desses dois diferentes tipos de ambientes sobre a estrutura e dinâmica da população e suas implicações para conservação da espécie. Os monitoramentos das populações foram realizados mensalmente no período entre junho de 2014 e março de 2015 no Parque Lago Jaboti (Apucarana/PR) e na Unidade de Conservação Parque Arthur Thomas (Londrina/PR). Para realização do levantamento de dados populacionais foi empregada a metodologia de censos totais (contagem direta de indivíduos). Foram avaliados parâmetros ecológicos das populações de capivaras, tais como, densidade ecológica, abundância, distribuição etária e taxa de natalidade, assim como, realizada a análise da paisagem. Foi aplicada a Análise de Variância (ANOVA), para testar as diferenças entre as médias da abundância de cada faixa etária por ano de observação, bem como as diferenças entre as médias da densidade ecológica ao longo dos anos de observação. O padrão de relação entre as classes de uso e ocupação do solo na paisagem e os parâmetros ecológicos das populações de capivaras foi avaliado pela Análise de Componentes Principais (ACP). A tendência de variação das abundâncias médias ao longo do tempo para o Parque Arthur Thomas revelou queda abrupta da população em curto período de tempo (2014 16 ± 9 , 14 e 2015 7 ± 1), assim como a densidade ecológica em 2015 (0,05 ind./ha). Por outro lado, o Parque Lago Jaboti, apresentou aumento da abundância absoluta, com recuperação marcante da população no mesmo período (2014 $38 \pm 8,30$ e 2015 $45 \pm 1,73$) e chegando com uma densidade ecológica em 2015 de (2 ind./ha). A taxa de natalidade encontrada para o Parque Lago Jaboti foi superior à do Parque Arthur Thomas, que apresentou taxa negativa entre 2012 e 2015. A análise do uso e ocupação do solo demonstrou diferenças expressivas do ponto de vista da contribuição relativa dos elementos da paisagem na heterogeneidade espacial. O Parque Arthur Thomas apresentou áreas de vegetação densa e de zona urbana relativamente superiores àquelas verificadas no Parque Lago Jaboti que revelou proporções relativamente maiores das áreas de agricultura/campo e solo exposto. Dessa forma, o presente estudo revelou que a estrutura populacional local está diretamente relacionada às características espaciais de ambas as paisagens estudadas, como pode ser observado pela maior abundância e densidade verificada no Parque Lago Jaboti em comparação com Parque Arthur Thomas nos últimos anos de estudo.

Palavras-chave: densidade ecológica; taxa de natalidade; análise da paisagem; análise de componentes principais.

SILVA, Camila Ferreira da. Structure and dynamics of populations of *Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766) (Rodentia) in two urban areas in the north of Paraná, Brazil. 2015. 40f. Dissertation (Master degree). Environmental Engineering Master Program (PPGEA), Federal Technological University of Paraná. Londrina, 2015.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the population ecology of *Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766) in two urban areas in the north of Paraná, an open and other protected by assessing the effects of these two different types of environments on the structure and dynamics of the population and its implications for conservation of the species. The monitoring of the populations were performed monthly between June 2014 and March 2015 in Jaboti Lake Park (Apucarana / PR) and Conservation Unit Parque Arthur Thomas (Londrina / PR). To conduct the survey population data was used the methodology of total census (direct counting of individuals). They were evaluated ecological parameters of the populations of capybaras, such as ecological density, abundance, age distribution and birth rate, as well as performed the analysis of the landscape. It was applied to analysis of variance (ANOVA) to test the differences between the averages of the abundance of each age group per year of observation, as well as the differences between the average ecological density over the years of observation. The standard relationship between the use of classes and land use in the landscape and the ecological parameters of the capybara populations was evaluated by Principal Component Analysis (PCA). The trend of variation of average abundance over time to Thomas Arthur Park revealed abrupt decrease of the population in a short period of time (2014 16 ± 9 , 14 ± 1 and 2015 7 ± 1) as well as ecological density in 2015 (0.05 ind./ha). On the other hand, the Jaboti Lake Park, showed an increase in absolute abundance, with marked recovery of the population in the same period (2014 $38 \pm 8,30$ and 2015 $45 \pm 1,73$) and coming up with an ecological density in 2015 (2 ind./ha). The birth rate found Lake Park Jaboti was superior to Arthur Thomas Park, which had a negative rate between 2012 and 2015. The use and land cover analysis showed significant differences from the point of view of the relative contribution of landscape elements in the spatial heterogeneity. Arthur Thomas Park shows areas of dense vegetation and urban areas relatively higher than those observed in Jaboti Lake Park that revealed relatively higher proportions of the areas of agriculture / field and exposed soil. Thus, the present study revealed that the local population structure is directly related to the spatial characteristics of both studied landscapes, as can be seen by the greater abundance and density seen in Jaboti Lake Park compared to Arthur Thomas Park in recent years of study.

Keywords: ecological density; birth rate; landscape analysis; principal component analysis.

Dissertação elaborada em formato de artigo, seguindo as normas estabelecidas pela Revista *Brazilian Journal of Biology*, disponíveis em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=1519-6984&lng=en&nrm=iso.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
2.1. ÁREAS DE ESTUDO.....	13
2.1.1. Parque Lago Jaboti.....	14
2.1.2. Parque Arthur Thomas.....	15
2.2. MONITORAMENTO POPULACIONAL.....	17
2.3. PARÂMETROS ECOLÓGICOS.....	17
2.3.1. Área de Permanência e Análise da Paisagem.....	17
2.3.2. Abundância e Densidade Populacional.....	18
2.3.3. Distribuição Etária.....	19
2.3.4. Taxa de Natalidade.....	19
2.4. ANÁLISE DOS DADOS.....	20
3. RESULTADOS.....	21
3.1. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE PERMANÊNCIA E ANÁLISE DA PAISAGEM.....	21
3.2. DINÂMICAS POPULACIONAIS.....	23
3.3. DENSIDADE ECOLÓGICA.....	25
3.4. DISTRIBUIÇÃO ETÁRIA.....	27
3.5. TAXA DE NATALIDADE.....	30
3.6. PADRÃO DE RELAÇÃO ENTRE O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E OS PARÂMETROS ECOLÓGICOS DAS POPULAÇÕES.....	30
4. DISCUSSÃO.....	32
REFERÊNCIAS.....	37

1. INTRODUÇÃO

As expansões urbana, agrícola e industrial dos últimos anos têm contribuído significativamente para a diminuição das áreas naturais, levando várias espécies da fauna silvestre a habitarem ambientes urbanos. A espécie *Hydrochoerus hydrochaeris* (Linnaeus, 1766) (Rodentia), popularmente conhecida como capivara, é o maior roedor existente, atingindo altura média de mais de 50cm em adultos e com ampla distribuição em várias áreas das Américas do Sul e Central (BONVICINO *et al.*, 2008). Sua habilidade em se adequar a vários tipos de ambientes, inclusive nos alterados, seu hábito alimentar generalista e o reduzido número de predadores naturais, contribuem para a formação de superpopulações, criando conflitos com agricultores e problemas de saúde pública em razão da disseminação de zoonoses (IBAMA, 2000). Por longos períodos a capivara sofreu intensa pressão de caça em seu habitat natural, principalmente por sua carne ser utilizada na dieta humana devido ao seu alto teor protéico, com aproximadamente 24% de proteína bruta, superando as carnes bovina e suína (COSTA *et al.*, 2002).

O nicho espacial explorado pelas capivaras engloba basicamente um corpo d'água que utilizam para regular a temperatura corpórea, como refúgio antipredatório e no comportamento de cópula. A área selecionada para o comportamento de forrageio consiste em espaço aberto, composto basicamente por gramíneas e pequenos arbustos, além de trechos menores de mata fechada que permite maior proteção nos períodos de reprodução e nos primeiros dias de vida dos filhotes (MOREIRA e MACDONALD, 1997).

De acordo com Campos (2009), as capivaras apresentam um comportamento extremamente peculiar, com padrões sociais rígidos, incluindo dominância dos machos. Na estrutura social da espécie, estes competem pelo acasalamento mais do que as fêmeas, e os dominantes do grupo têm maior chance de se acasalar do que os submissos. Em média nascem quatro filhotes por ninhada, os quais atingem a maturidade sexual a partir dos 12 meses de idade (MOREIRA *et al.*, 2004). Entretanto, Bressan (2003) relata que a capivara atinge maturidade sexual entre 15 e 24 meses de vida, quando o animal pesa entre 30 e 40 kg, dependendo da época em que nasce e da qualidade de seu habitat. Segundo Araújo *et al.* (2007), embora seja comumente observada em toda a área de distribuição geográfica, ainda são escassas as informações a respeito da

estrutura social dos componentes da espécie em ambientes modificados pelo homem. Nestes, pode apresentar padrões de distribuição e abundância alterados em função da pressão ambiental da área urbana, provocando desequilíbrios na estrutura e dinâmica populacionais. Nesse contexto, as amplas variações nos padrões de distribuição esperadas no ambiente urbano podem estar relacionadas, segundo Maldonado-Chaparro e Palomino (2010), às oscilações espaciais e sazonais na disponibilidade de recursos.

A compreensão acerca dos aspectos ecológicos da distribuição das espécies é fundamental para a previsão da resiliência e vulnerabilidade dos ecossistemas em relação às atividades antropogênicas. De acordo com Alho e Rondon (1987), compreender aspectos da ecologia populacional, tais como sua estrutura, dinâmica e sua distribuição no hábitat, também é imprescindível para elaboração de estratégias de manejo e conservação das populações. Dentre os parâmetros populacionais comumente mais avaliados estão a densidade, natalidade, mortalidade, distribuição etária, potencial biótico, dispersão e a forma e as taxas de crescimento. As mudanças na população resultam da variação nos nascimentos, mortes e deslocamentos de indivíduos dentro e fora de seu ambiente, consequência direta da variação das condições ecológicas ao longo do espaço e do tempo.

A mudança no tamanho de uma população pode estar relacionada a fatores extrínsecos (tais como temperatura e precipitação, que estão fora da esfera das interações populacionais) e intrínsecos (controlados primordialmente pela dinâmica populacional, como disponibilidade de alimento, energia, doenças, entre outros) (ODUM e BARRET, 2007). Essa dinâmica populacional pode esclarecer o potencial de persistência da população no hábitat (RICKLEFS, 2010). A fragmentação do hábitat natural em manchas é um dos fatores que mais têm corroborado para as mudanças de territorialidade e comportamentos da população de capivaras (HERRERA e MACDONALD, 1989). Estes roedores dependem permanentemente do recurso água e a disponibilidade de alimentos é um dos fatores limitantes na determinação do tamanho da área de vida da espécie (CORRIALE *et al.*, 2013). Schivo *et al.* (2015) evidenciam a importância de se considerar requerimentos ecológicos relacionados ao forrageamento, refúgio contra predadores, proteção da prole e disponibilidade de sistemas aquáticos para termorregulação, reprodução e escape para o desenvolvimento de modelos de

sustentabilidade de hábitat potencial para capivaras. Figueira (2010) ressalta que a perda da variabilidade genética, associada, na maioria das vezes, à destruição de hábitats naturais, resulta na diminuição das populações, levando ao aumento das taxas de endogamia, deixando a população mais vulnerável à extinção local ou regional.

Uma das principais estratégias de conservação de recursos naturais, tais como as populações de mamíferos e seus agrupamentos, é a proteção da diversidade biológica dentro e fora das áreas de proteção. Entretanto, depender inteiramente de Parques e Reservas para conservar a biodiversidade pode se tornar um estado de sítio, com espécies e comunidades dentro dos Parques sendo rigorosamente protegidas, enquanto que as que estão fora podem ser exploradas de forma insustentável (PRIMACK e RODRIGUES, 2001).

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a ecologia populacional de *Hydrochoerus hydrochaeris*, em duas áreas urbanas no norte do Paraná, uma aberta e outra protegida, avaliando os efeitos destes tipos de ambientes sobre a estrutura e dinâmica da população e suas implicações para conservação da espécie.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. ÁREAS DE ESTUDO

As populações de *Hydrochoerus hydrochaeris*, foram avaliadas em duas áreas urbanas localizadas no norte do Paraná (Brasil): uma aberta, o Parque Lago Jaboti (Apucarana/PR), e outra protegida, a Unidade de Conservação Parque Municipal Arthur Thomas (Londrina/PR; Figura 1).

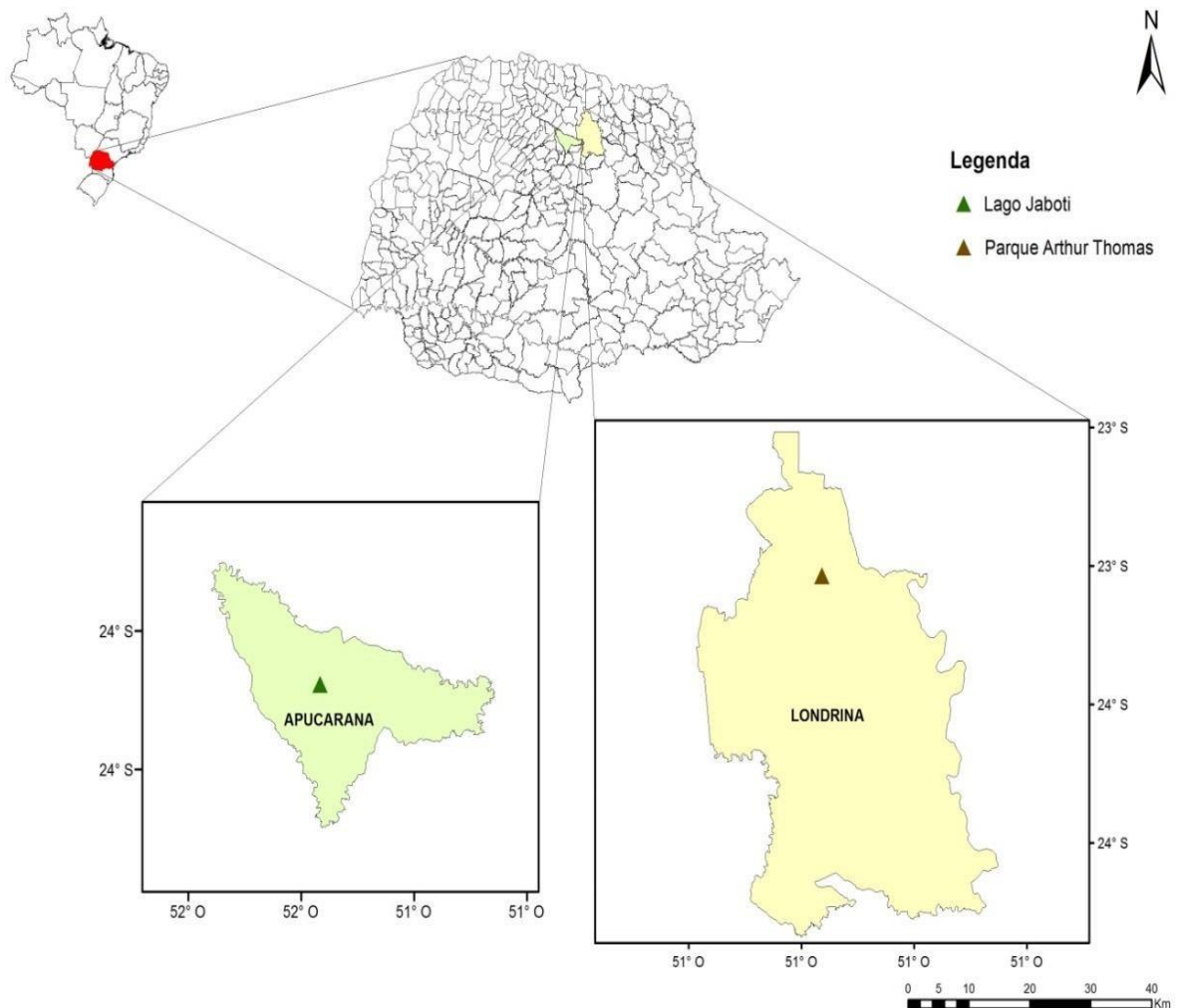


Figura1. Localização das áreas de estudo nos Municípios de Londrina (Parque Arthur Thomas) e Apucarana (Parque Lago Jaboti), Paraná, Brasil.

2.1.1. Parque Lago Jaboti

O Parque Lago Jaboti está localizado em Apucarana, estado do Paraná, $24^{\circ}33'878''$ e $51^{\circ}28'354''$ (Figura 1), com área total que abrange 23,80 ha. O Parque foi inaugurado em 30 de janeiro de 1983, sendo abastecido pelas nascentes dos Ribeirão Barra Nova, córrego Jaboti e córrego da Água da Lagoa (DAMAS, 2007). Segundo esse mesmo autor, com a colonização na área, antes da criação do parque, grande parte da vegetação foi retirada para fins agrícolas. Atualmente a área apresenta apenas um bosque de vegetação secundária junto à foz do córrego da Lagoa no Lago Jaboti. Na perimetral do lago do Parque, a vegetação tem apenas caráter paisagístico, não havendo nenhuma prática de recomposição ou reflorestamento.

Com relação à fauna do Parque, não há estudos de levantamento das espécies que habitam a área ou que a utilizam como rota migratória, no caso de aves e pequenos mamíferos. Contudo, *Hydrochoerus hydrochaeris*, além de algumas aves, como gansos, patos e marrecos, são observados por freqüentadores do Parque, compondo assim a paisagem no local.

O Parque Lago Jaboti foi construído para fins recreativos, apresentando atividades como pedalinho, canchas de vôlei e futebol, pistas de caminhada, lanchonete e banheiros. O lago do Parque é muito procurado para a pesca e atividades aquáticas. A visitação no Parque é intensa, visto que é uma área aberta e sem controle no fluxo de pessoas, apresentando um entorno completamente urbanizado. O fato de estar inserido em matriz urbana, propicia o acúmulo constante de resíduos sólidos oriundos dos próprios visitantes ou carregados pela água pluvial do entorno, constituindo descarte de materiais de diversas origens. O Parque também apresenta nas suas imediações um hospital que foi construído no início de 2010, gerando impactos significativos no hábitat da população como diminuição da área de vida, retirada da vegetação e o stress gerado pelo aumento do fluxo de pessoas.

2.1.2. Parque Arthur Thomas

O Parque Arthur Thomas está localizado em Londrina, estado do Paraná, na latitude sul entre 23°15' e 23°30' e longitude oeste 51°15' e 51°00' (Figura1). Localiza-se dentro do perímetro urbano, inserido no curso médio da bacia do Ribeirão Cambé, sendo drenado pelos córregos Piza, Monfolo e Bem-Te-Vi (margem direita) e Carambeí, Pica-pau e Tico-Tico (margem esquerda) (CAMPOS *et al.*, 2005).

De acordo com Campos *et al.* (2005), o Parque Arthur Thomas foi inaugurado em 10 de dezembro de 1975, destinado à preservação e ao lazer, porém apenas em 1987 passou a receber infra estrutura mínima para visitação pública. O Parque inicialmente abrangia uma área de 60,25 ha, expandindo para os atuais 85,47 ha a partir de desapropriações de áreas vizinhas que continham remanescentes de florestas nativas da região. Em 1994 o Instituto Ambiental do Paraná transformou o Parque Arthur Thomas em Unidade de Conservação e o

incluiu na categoria Parque Municipal. Atualmente está sendo administrado pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SEMA), a qual se localiza dentro do mesmo (PREFEITURA MUNICIPAL DE LONDRINA, 2014).

O Parque Arthur Thomas está nos domínios da Floresta Estacional Semidecidual, sendo a mesma subdivida em Aluvial (vegetação ciliar) e Submontana. Nessa área ainda são encontradas áreas de formação pioneira de influência fluvial (várzeas), porém, atualmente, a maior parte da área está coberta por floresta secundária. As principais categorias de vegetação encontradas são: (i) vegetação secundária em estágio inicial arbóreo, encontrada em áreas abandonadas, em geral, há mais de 20 anos; (ii) vegetação secundária em estágio médio, também conhecida como “capoeirões”, caracterizada de forma geral por apresentarem estratos arbóreo, arbóreo-arbustivo e herbáceo; (iii) vegetação secundária em estágio avançado, a qual constitui formações mais desenvolvidas estrutural e floristicamente em relação aos estádios médios de regeneração, apresentando riqueza e espécies arbóreas de porte relativamente maiores (STCP ENGENHARIA DE PROJETOS LTDA, 2004).

O Parque apresenta em seu interior fauna diversa e representativa, tendo como principal o macaco-prego (*Sapajus nigritus*), que possui uma grande população em relação ao tamanho do Parque, tornando-se um problema. A presença de quatis, pacas, cutias, tatus, jabotis, lebres, lagartos, teiu-teiu, cágados, sapos, pererecas, rãs, gambás, ouriços, dentre outros, compõem a fauna presente no local. O Parque também conta com aproximadamente 78 espécies de aves distribuídas e classificadas em 35 famílias (PREFEITURA MUNICIPAL DE LONDRINA, 2014).

O Parque Arthur Thomas é cercado por grade em toda sua extensão, sendo seu entorno completamente urbanizado, havendo controle de visitantes através de horário de abertura e fechamento. A partir de informações coletadas com a direção, através de comunicação pessoal, os funcionários têm autorização para alimentar os animais em alguns horários do dia.

2.2. MONITORAMENTO POPULACIONAL

Os monitoramentos das populações de capivaras foram realizados mensalmente no período entre junho de 2014 e março de 2015 no Parque Lago Jaboti (Apucarana/PR) e o Parque Arthur Thomas (Londrina/PR). Esses dados foram muito importantes para complementar as informações já existentes no ano de 2010 para a população do Parque Lago Jaboti e de dados publicados para ambas as populações no ano de 2012 (Silva *et al.*, 2013).

Para realização do levantamento de dados populacionais foi empregada a metodologia de censos totais (contagem direta de indivíduos), que segundo Odum e Barret (2007), são aplicáveis no caso de organismos grandes ou bem visíveis (áreas abertas), sendo necessário realizar várias contagens na mesma leitura de indivíduos para evitar repetições. A distância utilizada para realizar a contagem foi a mais próxima possível, contudo, em uma posição que evitasse o *stress* dos animais ou propiciasse a sua fuga.

Foram utilizados os seguintes equipamentos para tomada dos dados populacionais: GPS para estimativa das coordenadas geográficas das áreas e pontos de monitoramentos; máquina fotográfica para registros dos animais e das áreas de ocupação; binóculo para aproximação visual; e fichas de campo para anotar os dados necessários no monitoramento e desenvolvimento das coletas (contagem do número de indivíduos por faixa etária, condições do tempo, observações, entre outros).

2.3. PARÂMETROS ECOLÓGICOS

2.3.1. Área de Permanência e Análise da Paisagem

As áreas de permanência são aquelas nas quais os organismos de uma população restringem suas atividades no espaço geográfico (ODUM e BARRET, 2007). Uma espécie pode potencialmente ocorrer e persistir num determinado local desde que haja certas condições dentro de limites aceitáveis e, além disso, o local contenha os recursos necessários. Além dos bióticos, fatores abióticos também podem interferir na permanência dos indivíduos dentro da sua área de hábitat, tais

como, temperatura, umidade, pH, salinidade e disponibilidade de alimento (KREBS, 2009). No presente estudo foram avaliados uso e ocupação das áreas de permanência das populações de capivaras e como essas unidades da paisagem podem potencialmente interferir na estrutura populacional da espécie em ambas as áreas estudadas.

O reconhecimento das classes de uso e ocupação do solo nas duas áreas estudadas foi realizado a partir de imagens multiespectrais de média resolução obtidas do satélite Landsat 8, adquiridas no sítio da USGS – *United States Geological Survey* (disponível em <http://earthexplorer.usgs.gov/>). A classificação de uso e ocupação do solo foi realizada através do processo de segmentação das imagens nos *softwares* Spring (v.5.2.6) e ArcGIS (v.10.3), dividindo a paisagem em cinco classes: área urbana, vegetação densa, agricultura/campo, água e solo exposto. Em seguida foi utilizada uma ferramenta de edição vetorial chamada *buffer*, considerando como feições o Parque Lago Jaboti e o Parque Arthur Thomas, e adotando a distância de 0.5 km das margens de cada lago como área de permanência potencial estimada para as populações de capivaras, em ambas as áreas estudadas. Essa estimativa foi considerada a partir de observações *insitu* do padrão de deslocamento espacial das populações. Por fim, foram gerados os mapas e extraídos os percentuais de cada classe, os quais foram utilizadas posteriormente na Análise de Componentes Principais com o objetivo de avaliar suas relações com os parâmetros populacionais.

2.3.2. Abundância e densidade populacional

A abundância estima o número máximo de indivíduos de uma população. A densidade populacional, por sua vez, corresponde ao número de indivíduos da população pela unidade de área em que vivem, obtida pela expressão:

$$densidade\ populacional = \frac{n^{\circ}\ de\ indivíduos}{área}$$

O efeito que uma população exerce sobre a comunidade e o ecossistema depende não apenas do tipo do organismo envolvido, mas também da densidade da população (ODUM e BARRET 2007). As populações tendem a aumentar ou diminuir em direção ao tamanho de equilíbrio, determinado pela capacidade de suporte do ambiente. Contudo, o tamanho das populações pode variar ao longo do tempo, afetado, por exemplo, por parâmetros sazonais (RICKLEFS, 2010). No presente estudo foram calculadas as densidades ecológicas mensal e anual para as populações do Parque Lago Jaboti e Parque Arthur Thomas.

2.3.3. Distribuição Etária

A distribuição etária expressa as proporções entre os vários grupos etários na população, revelando seu estado reprodutivo e suas perspectivas futuras (Silva *et al.*, 2013). No presente estudo foi calculada a frequência do número de infantes, juvenis e adultos, bem como de machos e fêmeas adultos das duas populações. A identificação dos infantes foi realizada a partir da coloração dos pêlos, que nessa fase tende a ser mais acinzentada, já nos juvenis foi observado o tamanho do corpo em relação aos infantes, sendo que nessa fase já apresenta os pelos com a coloração avermelhada, enquanto nos adultos foi observado o maior porte do corpo em relação aos juvenis. A diferenciação entre machos e fêmeas adultos foi realizada pela observação da glândula sudorípara, localizada na parte superior do focinho dos machos, sendo mais desenvolvida no macho alfa de cada população que a utiliza para marcar território (ARAÚJO *et al.*, 2007).

2.3.4. Taxa de Natalidade

A taxa de natalidade é a capacidade de uma população aumentar, seja por nascimento, eclosão, germinação ou divisão. A natalidade máxima ou absoluta é a produção máxima teórica de novos indivíduos em condições favoráveis, sendo uma constante para uma dada população (ODUM e BARRET, 2007). O cálculo da natalidade é realizado a partir da seguinte expressão:

$$natalidade = \frac{\text{n}^\circ \text{ de indivíduos produzidos}}{\text{tempo}}$$

2.4. ANÁLISE DOS DADOS

Foi aplicada a Análise de Variância (ANOVA; GOTELLI e ELLISON, 2011), para testar as diferenças entre as médias da abundância de cada faixa etária por ano de observação, bem como as diferenças entre as médias da densidade ecológica ao longo dos anos de observação. A ANOVA foi proposta por Fisher para partição da soma dos quadrados, recomendada por um conjunto de delineamentos amostrais ou experimentais, na qual a variável preditora é categórica e a variável resposta é contínua (ZAR, 1999).

O padrão de relação entre as classes de uso e ocupação do solo na paisagem (áreas urbana, com vegetação densa, com agricultura/campo, formada por ambiente aquático e por solo exposto) e os parâmetros ecológicos da população de capivaras (abundância e densidade média de infantes, juvenis, adultos, machos e fêmeas) foi avaliado pela Análise de Componentes Principais (ACP), análise multivariada que reduz a dimensionalidade dos dados, identificando as variáveis que sumarizam a sua variabilidade total (GOTELLI e ELLISON, 2011).

A Análise de Componentes Principais (ACP) foi aplicada sobre a matriz de variância-covariância formada pelos parâmetros ecológicos da população de capivaras e das classes de uso e ocupação do solo na paisagem, utilizando o software PC-Ord5 (MCCUNNE e MEFFORD, 1999). A seleção dos eixos da ACP para interpretação foi realizada de acordo com o modelo *broken stick* (JACKSON, 1993), o qual cria uma distribuição nula de autovalores e a compara com o autovalor observado. Somente autovalores maiores do que aqueles esperados ao acaso foram retidos para interpretação, ou seja, indicando eixos com padrões significativamente diferentes daqueles tipicamente aleatórios.

3. RESULTADOS

3.1. CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS DE PERMANÊNCIA E ANÁLISE DA PAISAGEM

As imagens relativas ao uso e ocupação do solo das áreas de estudo, de acordo com as classes de uso e ocupação do solo nas paisagens analisadas estão ilustradas na Figura 2 e 3.

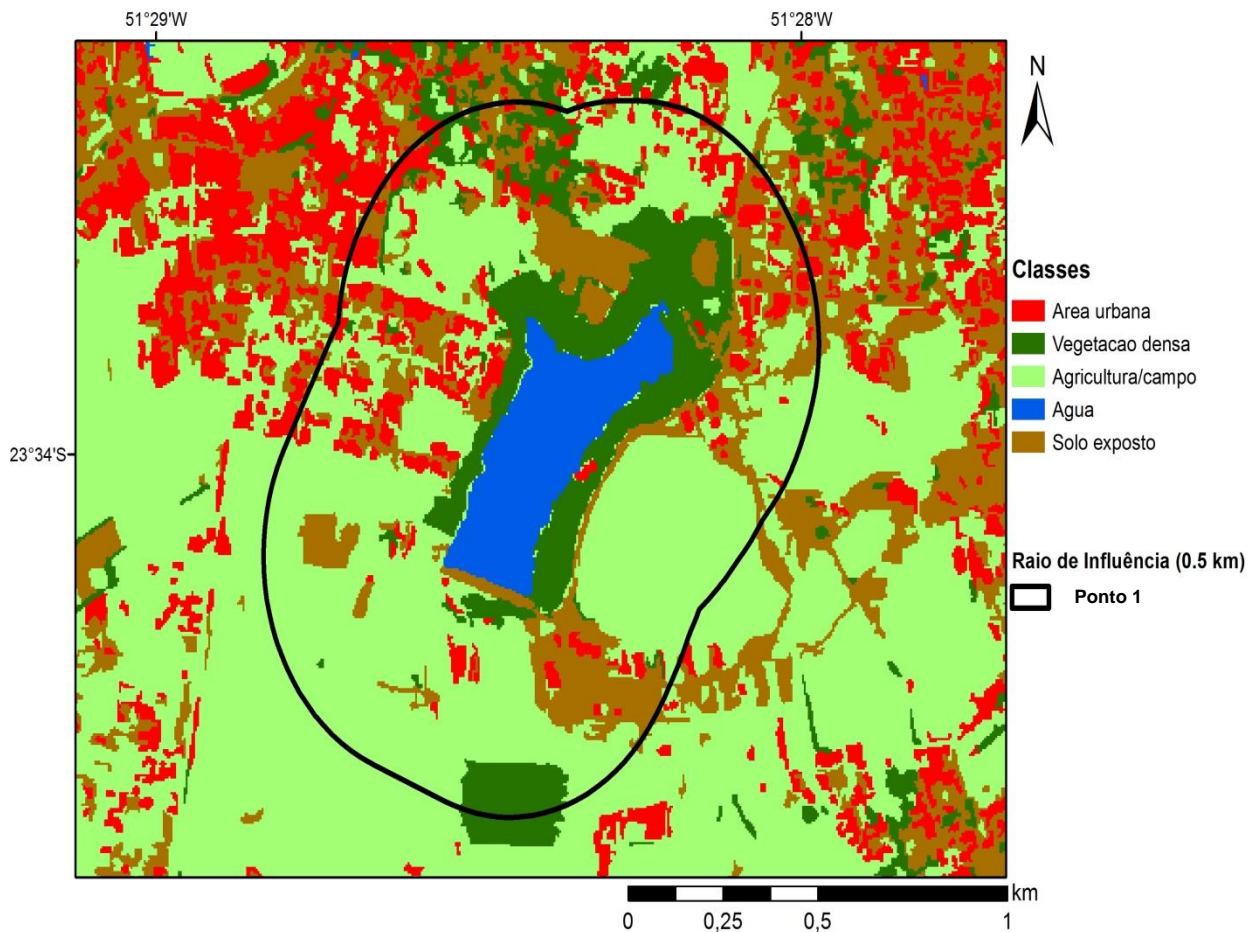


Figura 2. Imagem da área de estudo e uso e ocupação do solo no Parque Lago Jaboti (Apucarana-PR).

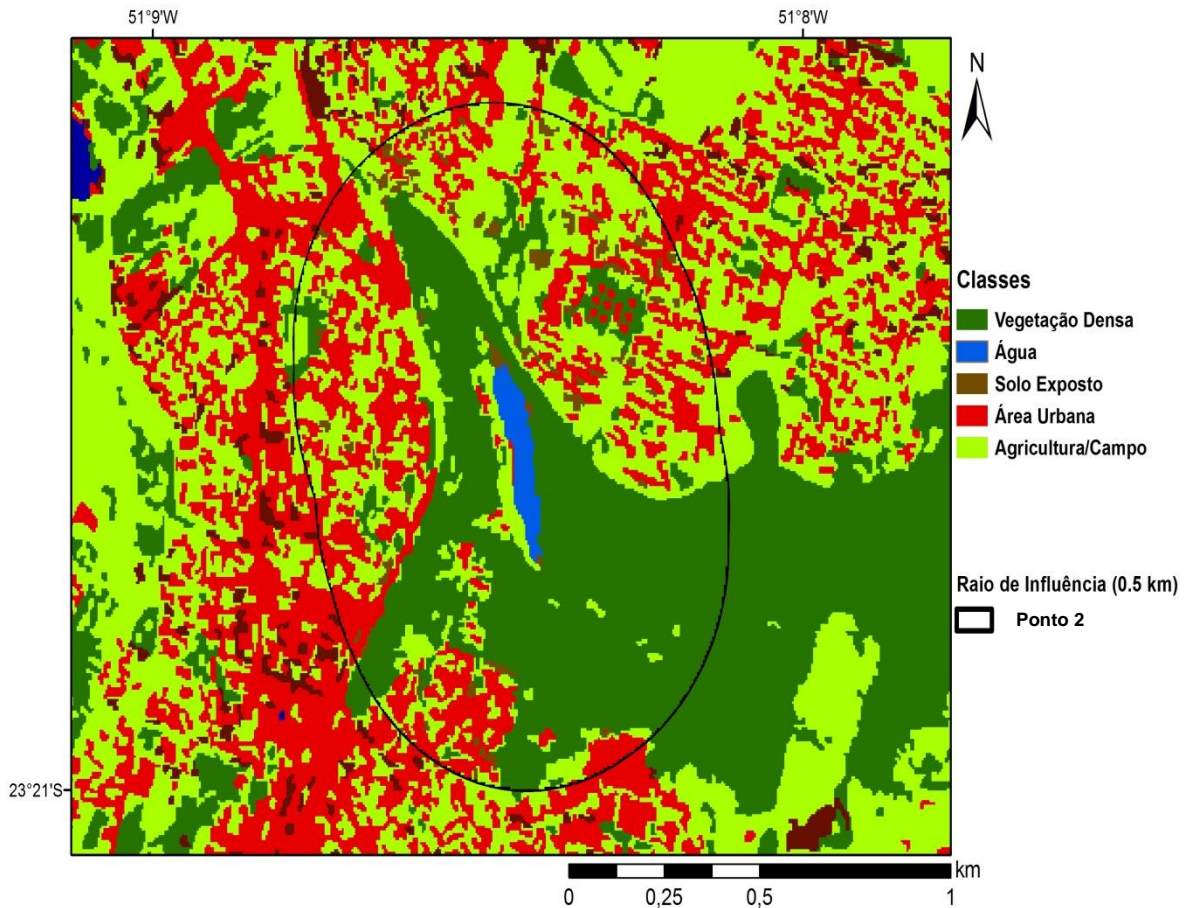


Figura 3. Imagem da área de estudo e uso e ocupação do solo no Parque Arthur Thomas (Londrina-PR).

Os percentuais encontrados para cada classe de paisagem, estão descritos na Tabela 1. A maior parte da área de permanência da população de capivaras do Parque Arthur Thomas é coberta por vegetação secundária e em processo de recuperação (40,8%), protegidas dentro do Parque Municipal, seguida por áreas de agricultura/campo (31,3%). Por outro lado, a área explorada por campos abertos cobre a maior parte da área de permanência do Parque Lago Jaboti (49,4%), pois se trata de uma área inserida na malha urbana da cidade de Apucarana (PR).

Tabela 1. Porcentagens de cada classe de uso e ocupação da paisagem que compõem o Parque Lago Jaboti e o Parque Arthur Thomas.

Classes da Paisagem	Lago Jaboti (%)	Arthur Thomas (%)
Área Urbana	9	23
Vegetação Densa	16	41
Agricultura/Campo	49,5	31,3
Água	8,7	1,7
Solo Exposto	16,8	3

3.2. DINÂMICAS POPULACIONAIS

A partir dos dados coletados entre junho de 2014 e março de 2015 e complementados com dados já existentes de 2010 e 2012 para o Lago Jaboti e 2012 para o Parque Arthur Thomas, foi possível avaliar a variação espaço-temporal da estrutura das duas populações e revelou tendências de mudanças no decorrer dos anos quanto à estrutura e dinâmica das populações.

Em 2010, o Lago Jaboti apresentou abundância absoluta média de $29 \pm 5,63$ e em 2012 $20 \pm 1,30$, ou seja, houve uma queda considerável no número de indivíduos da população. Entretanto, em 2014 houve recuperação da abundância absoluta, chegando ao término do monitoramento em 2015 com abundância média de $45 \pm 1,73$, indicando melhora expressiva no aumento populacional neste período (Tabela2). Por outro lado, no Parque Arthur Thomas a abundância média em 2012 foi de $27 \pm 5,26$, porém diminuiu em 2014 para $16 \pm 9,14$ e reduziu ainda mais em 2015, quando foi constatada uma média na abundância absoluta de 7 ± 1 , ou seja, valor muito inferior aos demais anos de estudo (Tabela 2).

Tabela 2. Média \pm desvio padrão da abundância absoluta das populações de capivaras no Parque Lago Jaboti e Parque Arthur Thomas no período de 2010 a 2015.

Áreas	Abundância			
	2010	2012	2014	2015
Parque Lago Jaboti	29 \pm 5,63	20 \pm 1,30	38 \pm 8,30	45 \pm 1,73
Parque Arthur Thomas	--	27 \pm 5,26	16 \pm 9,14	7 \pm 1

No Parque Arthur Thomas foi observada queda na abundância absoluta de infantes, juvenis e adultos, com diferença significativa entre os anos para infantes ($F=4,27$; $p=0,03$), juvenis ($F=7,52$; $p=0,005$) e adultos ($F=11,98$; $p=0,009$), sendo a mais expressiva para adultos em 2015 (Figura 4). Por outro lado, houve queda na abundância média de infantes no Parque Lago Jaboti entre 2010-2012 e entre 2014-2015, porém não significativa ($F=2,51$; $p=0,09$), enquanto para juvenis e adultos foram detectadas tendências significativas de aumento da abundância ao longo do tempo. Cabe ressaltar que em 2015 a abundância de adultos se revelou ainda maior que a de infantes, indicando aumento populacional mais acentuado em comparação com os outros anos.

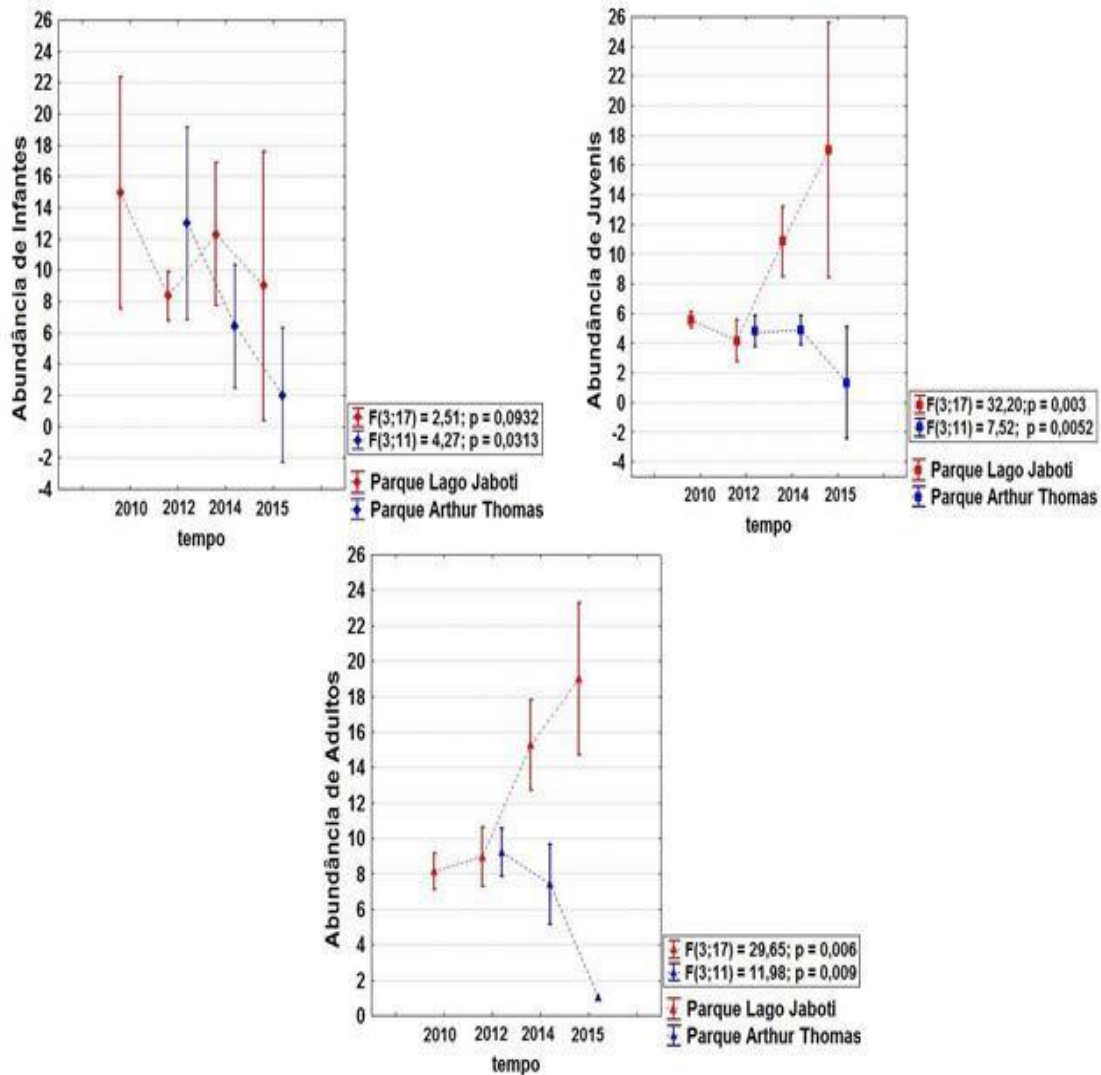


Figura 4. Média anual \pm desvio padrão da abundância absoluta por faixa etária (infantes, juvenis e adultos) e resultado da análise de variância para as diferenças na abundância entre as áreas de estudo (Parque Lago Jaboti, linha vermelha; e Parque Arthur Thomas, linha azul) no período de 2010 a 2015.

3.3. DENSIDADE ECOLÓGICA

Os padrões de densidade ecológica variaram significativamente em ambas as áreas ao longo do tempo (Figura 4). As médias anuais da densidade demonstraram diferenças significativas para ambas às áreas de estudo (Lago Jaboti, $F=16,83$; $p=0,002$; e Arthur Thomas, $F=50,47$; $p=0,004$; Figura 5). O Parque Lago Jaboti apresentou queda entre 2010 e 2012, com recuperação expressiva nos anos seguintes, chegando em 2015 com a maior média (1,92 ind./ha). Por outro lado, o Parque Arthur Thomas apresentou a maior média em

2012, (0,93 ind./ha), revelando queda relevante nos anos seguintes, chegando com a menor média em 2015 (0,05 ind./ha).

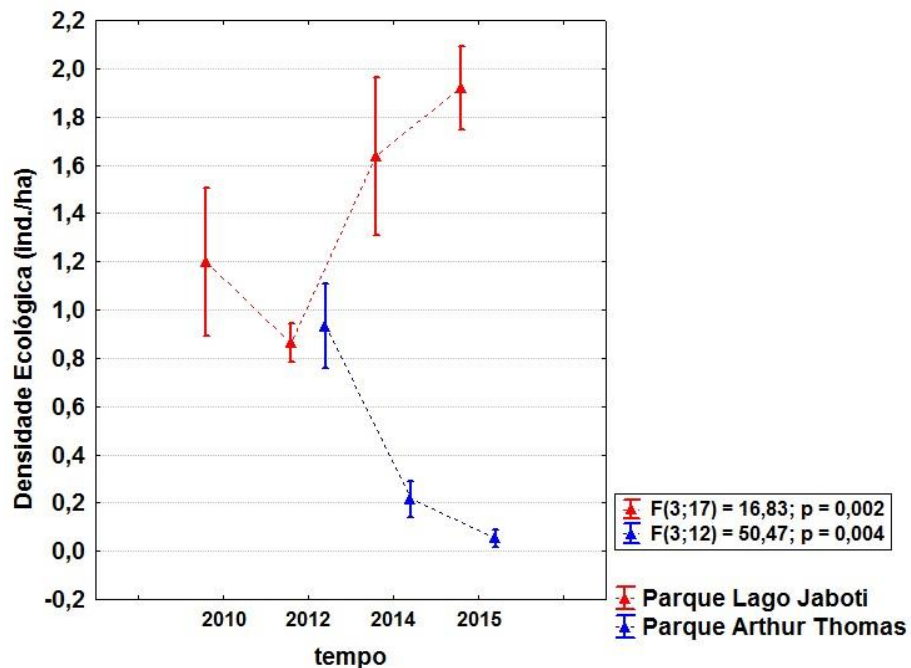


Figura 5. Média anual \pm desvio padrão da densidade ecológica (ind./ha) e análise de variância para as duas áreas de permanência (Parque Lago Jaboti e Parque Arthur Thomas) no período de 2010 a 2015.

O Parque Lago Jaboti em 2010 apresentou uma densidade que variou de 1,02 a 1,49 ind./ha, com aumento da população ao término do monitoramento no mês de julho. Em 2012 houve queda expressiva, atingindo em média 0,79 a 0,92 ind./ha, mantendo-se estável ao longo do período. Contudo, em 2014, houve recuperação da densidade ecológica, variando de 0,85 a 1,92 ind./ha, chegando em 2015 com densidade de 2 ind./ha, a maior registrada para população entre os anos de estudo, indicando aumento populacional (Figura 6). No mês de dezembro de 2014 o Parque Lago Jaboti apresentou queda na densidade ecológica, provavelmente associado ao fato de algumas fêmeas estarem prenhas, período esse em que parte da população se preserva em trechos de mata, dificultando a contagem de indivíduos.

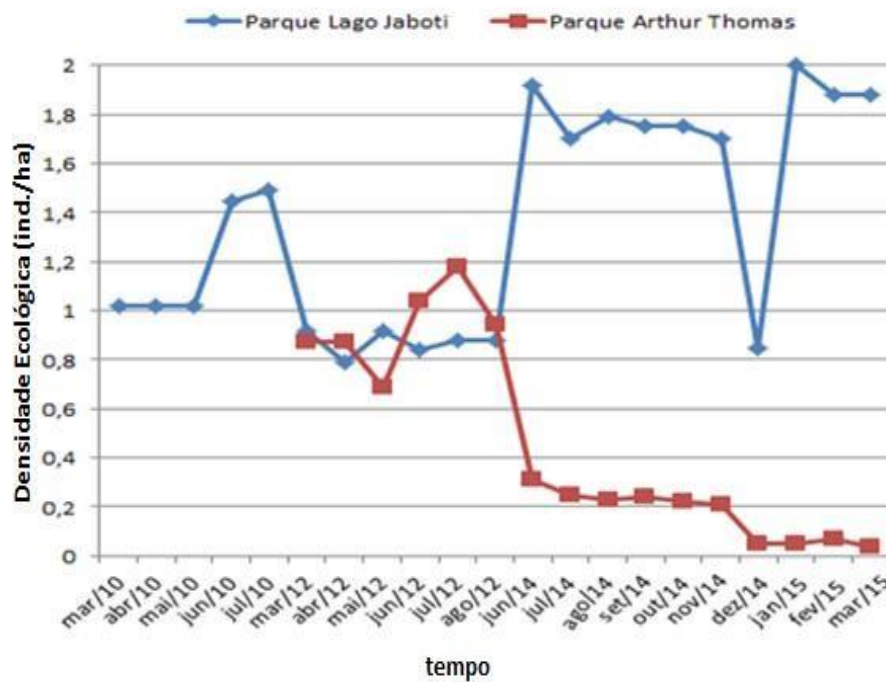


Figura 6. Variação mensal da densidade ecológica (ind./ha) para as duas áreas de permanência (Parque Lago Jaboti e Parque Arthur Thomas) no período de 2010 a 2015.

Por outro lado, o Parque Arthur Thomas apresentou maior densidade média em 2012, variando de 0,69 a 1,18 ind./ha, seguida por expressiva queda em 2014, com valores entre 0,23 e 0,31 ind./ha, e em 2015 apresentou a menor densidade ecológica encontrada para a população nos anos de estudo, chegando a 0,004 ind./ha (Figura 6).

3.4. DISTRIBUIÇÃO ETÁRIA

A população do Parque Arthur Thomas apresentou em 2012 proporção de 50% de indivíduos na faixa etária de infantes, seguida por 35% de adultos, enquanto a população do Parque Lago Jaboti apresentou frequência de 40% tanto para infantes quanto para adultos (Figura 7).

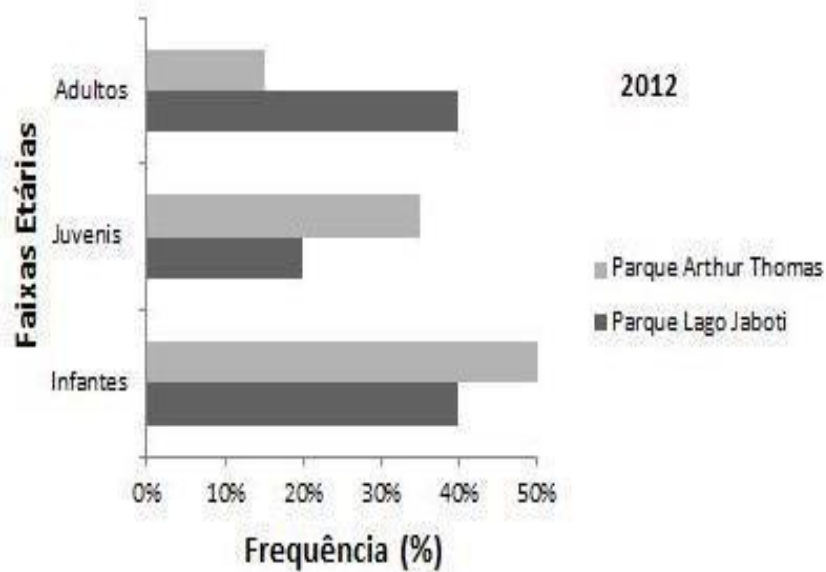


Figura 7. Frequência do número de indivíduos entre as diferentes faixas etárias das duas populações de capivaras (Parque Arthur Thomas e do Parque Lago Jaboti) no ano de 2012.

Em 2014, o Parque Arthur Thomas apresentou proporção de 40% na faixa etária de adultos, seguida de infantes com 34%. O Parque Lago Jaboti apresentou proporção similar ao Parque Arthur Thomas, com uma proporção de 40% de adultos, seguida por frequência de 32% de infantes (Figura 8).

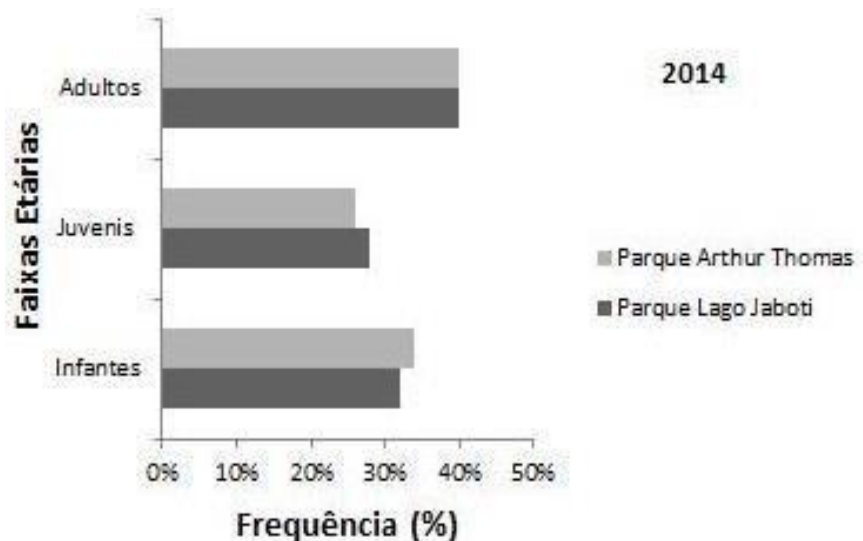


Figura 8. Frequência do número de indivíduos entre as diferentes faixas etárias das duas populações de capivaras (Parque Arthur Thomas e do Parque Lago Jaboti) no ano de 2014.

Em 2015, a população do Parque Arthur Thomas apresentou proporção de 43% na faixa etária de infantes, seguida pela frequência de 29% de juvenis e adultos. A população do Parque Lago Jaboti apresentou tendência inversa, com 42% de adultos, seguida por juvenis (38%) e infantes (20%) (Figura 9).

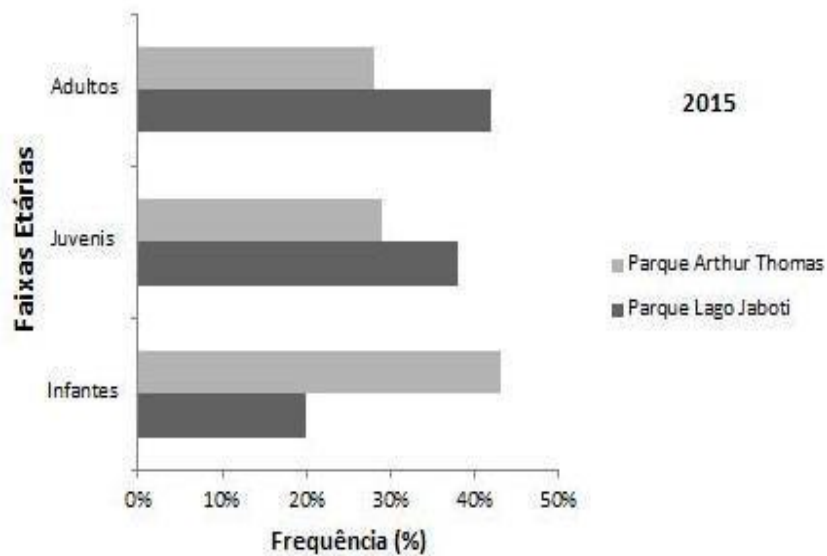


Figura 9. Frequência do número de indivíduos entre as diferentes faixas etárias das duas populações de capivaras (Parque Arthur Thomas e do Parque Lago Jaboti) no ano de 2015.

As proporções encontradas para machos e fêmeas adultos no período de 2012 para o Parque Arthur Thomas foi de $3 \pm 0,5$ indivíduos machos para $6 \pm 0,89$ fêmeas (1:2), as quais se mantiveram 2014, com $2 \pm 1,13$ indivíduos machos para $4 \pm 2,12$ fêmeas. Contudo, em 2015, devido aos valores baixos encontrados na abundância absoluta na faixa etária de adultos descritos anteriormente, a proporção foi de um macho para uma fêmea, muito abaixo do registrado nos anos anteriores. O Parque Lago Jaboti apresentou proporção em 2012 de 3 ± 5 indivíduos machos para $5 \pm 1,4$ fêmeas (1:1,6), a qual aumentou levemente em 2014, com $5 \pm 2,8$ indivíduos machos para $9 \pm 2,2$ fêmeas (1:1,8), e por fim, em 2015 a proporção de machos aumentou, com $7 \pm 0,5$ indivíduos machos para $9 \pm 2,3$ fêmeas, reduzindo a proporção para 1:1,3.

3.5. TAXA DE NATALIDADE

O presente estudo registrou 0,2 indivíduo/ano no período de 2010 a 2015 para o Parque Lago Jaboti e uma taxa de natalidade negativa de -1 indivíduo/ano para o Parque Arthur Thomas no período de 2012 a 2015.

3.6. PADRÃO DE RELAÇÃO ENTRE O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E OS PARÂMETROS ECOLÓGICOS DAS POPULAÇÕES

A Análise de Componentes Principais revelou a formação de um eixo significativo de acordo com o modelo de *broken stick* (Eixo 1; Tabela 3), explicando 100% da variabilidade total dos dados. Dessa forma, os coeficientes dos parâmetros com maiores valores positivos ou negativos para o eixo 1 foram retidos para interpretação, na medida em que mais contribuíram para a formação do eixo.

Tabela 3. Autovetores dos parâmetros ecológicos da população de capivaras e das classes de uso e ocupação do solo nas paisagens analisadas (Parque Arthur Thomas e Lago Jaboti) para os dois primeiros eixos da ACP (multiplicados por 100), aplicada sobre a matriz de variância-covariância. No final da tabela estão descritos os autovalores dos eixos 1 e 2 da ACP, os autovalores preditos pelo modelo de *broken stick* e a proporção da variabilidade explicada.

Parâmetros	Eixos da ACP - Autovetores	
	ACP 1*100	ACP 2*100
Densidade média	-2,49	0,70
Abundância média	-40,69	68,00
Abundância – infantes	-5,39	1,53
Abundância – juvenis	-16,13	4,51
Abundância – adultos	-19,19	5,35
Abundância – machos	-6,91	1,94
Abundância – fêmeas	-9,98	2,78
Taxa de natalidade (2012-2015)	-12,21	3,44
Área urbana	32,12	47,58
Área de vegetação densa	57,62	11,98
Área de agricultura/campo	-41,70	-44,81
Área ambiente aquático	-16,54	18,47
Área de solo exposto	-31,95	23,35
	ACP 1	ACP 2
Autovalor	942,05	0
Autovalor predito pelo modelo <i>broken-stick</i>	230,45	157,98
Variância explicada (%)	100,00	0

A Figura 10 apresenta a distribuição dos escores das duas áreas estudadas ordenados pelos eixos 1 e 2 da ACP. O Parque do Lago Jaboti apresentou escore mais negativo para o eixo 1 (único significativo) e se revelou mais influenciado pelas classes de uso e ocupação do solo agricultura/campo e solo exposto (parâmetros com autovetores mais negativos para o eixo 1), se caracterizando também por maiores abundâncias das diferentes faixas etárias (principalmente adultos e juvenis), bem como de fêmeas e machos, além da taxa de natalidade. Por outro lado, com escore mais positivo, o Parque Arthur Thomas se mostrou mais influenciado pelo trecho coberto por vegetação densa e pela área urbana do entorno (com autovetores mais positivos para o eixo 1).

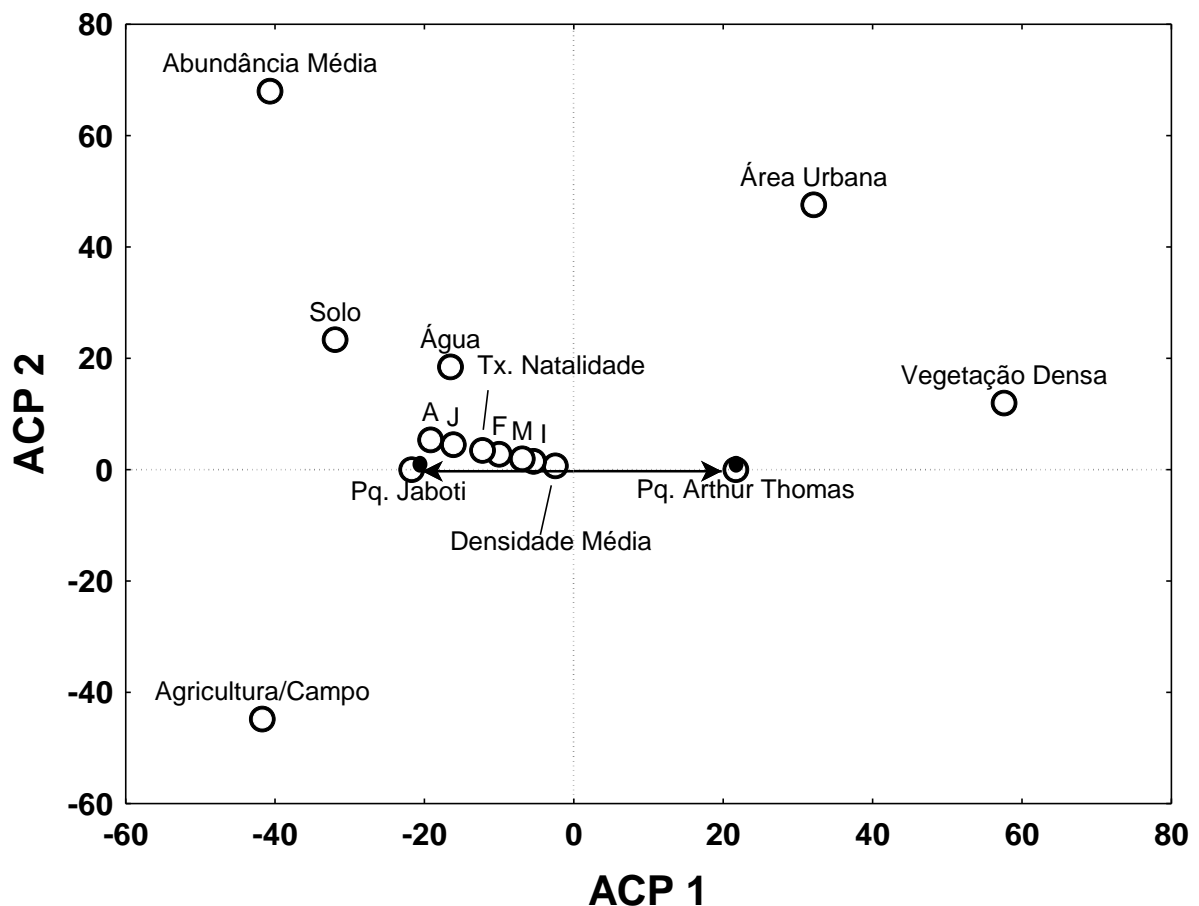


Figura 10. Distribuição dos escores das duas áreas estudadas (círculos pretos) ao longo dos dois primeiros eixos da análise de componentes principais, aplicada sobre a matriz de variância-covariância composta pelas classes de uso e ocupação do solo na paisagem e pelos parâmetros ecológicos das populações de capivara. Os autovetores dos parâmetros estão plotados no espaço multivariado formado pelo o eixo da ACP e multiplicados por 100 para melhor visualização (círculos vazios). As setas indicam a distância dos escores das áreas estudadas para o ponto central dos gradientes formados pelos eixos 1 e 2. Legenda: Solo: área de solo exposto; Água: área com corpo hídrico; A: adultos; J: juvenis; F: fêmeas; M: machos; I: infante.

4. DISCUSSÃO

A variação que ocorre em uma população num determinado espaço físico pode ser atribuída a vários fatores ambientais, como limitação dos recursos disponíveis, taxas de predação, disponibilidade de sítios de reprodução, qualidade ambiental do hábitat, entre outros (RICKLEFS, 2010; SCHIVO *et al.*, 2015). A estimativa de abundância isolada não nos permite avaliar tendências de flutuação dos parâmetros populacionais, pois é preciso considerar o tamanho da área de permanência em relação à quantidade de indivíduos ao longo do tempo, ou seja, a densidade populacional em uma série temporal (SILVA *et al.*, 2013). Contudo, no presente estudo, foi possível avaliar mudanças ao longo dos anos na abundância absoluta das populações.

A tendência de variação das abundâncias médias ao longo do tempo para o Parque Arthur Thomas se mostrou preocupante, na medida em que se trata de uma Unidade de Conservação e revelou uma queda abrupta da população num curto período de tempo (a partir de 2014). Uma das possíveis explicações para a rejeição da hipótese central de maior crescimento populacional nesse Parque é a suspeita da atividade de caça nessa área de estudo, levando a desestabilização da população. Por outro lado, o Parque Lago Jaboti, inserido em matriz essencialmente urbana, apresentou aumento da abundância absoluta, com recuperação marcante da população no mesmo período, o que pode estar relacionado à qualidade da estrutura ambiental fornecida pelo Parque, associada à ampla disponibilidade de alimento local e ausência do hábito de caça, que já foi historicamente frequente nessa área de estudo, reforçando a perspectiva de recuperação da população nessa área. O período compreendido entre 2012 e 2014 foi decisivo para praticamente uma inversão na resposta das densidades das populações às condições locais de integridade ambiental.

A variação da densidade ecológica encontrada para o Parque Lago Jaboti em 2015 foi superior às médias encontradas por Vargas *et al.* (2007; 0,34 e 0,82 ind./ha) em Pirassununga, São Paulo, que associou a baixa densidade e ecológica encontrada com a menor disponibilidade de alimento para população e a ocorrência de predadores naturais. Entretanto, em relação às médias encontradas por Garcias e Bager (2009; 5,1 ind./ha) na Estação Ecológica do Tami, Rio Grande

do Sul, os resultados do presente estudo se mostraram bem inferiores. Nesse ambiente, os autores relacionaram a elevada densidade ecológica com a alta diversidade de alimento disponível para espécie na paisagem (herbáceas, gramíneas em pastagens e agricultura de arroz). Verdade e Ferraz (2006) verificaram que a capacidade de suporte de um hábitat antrópico no sudeste do Brasil foi de 1,95 ind./ha, valor similar àquele verificado no último ano de monitoramento da população no Parque Lago Jaboti.

Os dados temporais também revelaram alguns indicativos de maior crescimento populacional no período do inverno em ambos os ambientes. Segundo Moreira *et al.* (2004), as fêmeas estão férteis por todo o ano, mas na Amazônia e no Cerrado a maioria dos nascimentos ocorre no início da estação chuvosa. Contudo, considerando que os ambientes avaliados são áreas urbanas, essa tendência encontrada em outras regiões pode não se aplicar às populações estudadas.

As abundâncias médias das faixas etárias no Parque Arthur Thomas também acompanharam a queda na densidade ecológica da população, a qual veio acompanhada por redução na proporção de adultos em relação a de infantes, indicando perspectiva futura de baixo desempenho reprodutivo. No Parque Lago Jaboti ocorreu o contrário do observado no Parque Arthur Thomas, pois houve recuperação das médias em todas as faixas etárias nos últimos anos de estudo, ressaltando o aumento da proporção de adultos em 2015, indicando aumento do potencial reprodutivo no futuro.

No início do monitoramento da distribuição etária no Parque Arthur Thomas em 2012, os infantes apresentaram maior proporção, demonstrando indícios de crescimento populacional relativamente acentuado nesse período. Entretanto no ano de 2014, ambos os ambientes apresentaram recuperação da frequência de adultos, indicando mais reprodutores para as duas populações. A faixa de jovens foi a que apresentou a menor frequência em ambos os ambientes nos anos de 2012 e 2014, que segundo Silva *et al.* (2013), pode estar associado à baixa produtividade na prole anterior ou pelo fato das populações se encontrarem em momento de transição, saindo da faixa de juvenis para subadultos. De acordo com Vargas *et al.* (2007), a diminuição no número de jovens em um determinado período pode estar associado ao início retardado do período de cópulas, comumente associado à escassez de alimento e culminando na expulsão de

jovens machos excedentes, que se encontravam competindo por alimento e aptos à reprodução.

Contudo, em 2015, constatou-se maior frequência de pré-reprodutores (infantes) na população do Parque Arthur Thomas, porém, muito inferior ao ano de 2012. A população apresentou baixa frequência nas faixas etárias de juvenis e adultos que associados aos valores encontrados nas abundâncias, bem como na densidade ecológica observada para esse período, reforça a perspectiva de baixo potencial reprodutivo nesse ambiente. Por outro lado, a população do Parque Lago Jaboti apresentou nesse período um potencial elevado para crescimento futuro, em virtude de a faixa reprodutora ser a mais frequente e da densidade ter se apresentado superior aos anos anteriores.

As proporções sexuais no Parque Arthur Thomas em 2012 e 2014 foram maiores do que no Lago Jaboti, apresentando maior número de fêmeas, quando a tendência se inverteu, indicando aumento da vulnerabilidade da população no Arthur Thomas. A proporção sexual média encontrada nos dois ambientes estudados foi menor que aquela registrada por Garcias e Bager (2009) na Estação Ecológica do Taim (RS, Brasil), de um macho para cada seis fêmeas. Silva *et al.* (2013) sugerem que nessas situações é possível que esteja ocorrendo um controle de natalidade dentro dos grupos, papel que pode ser exercido pelo macho dominante. Esse comportamento pode ser explicado por alguns fatores, tais como: limitação da quantidade de alimento disponível para espécie e ausência de interação com outras populações, o que impede que outros machos submissos constituam novos grupos, principalmente quando expulsos devido às tentativas de acesso às fêmeas, ou simplesmente pela pressão humana exercidas obre a espécie em ambas as áreas, principalmente no Parque Arthur Thomas, provavelmente associada às suspeitas da atividade de caça.

A taxa de natalidade encontrada para o Parque Lago Jaboti foi superior à encontrada no Parque Arthur Thomas, que apresentou taxa negativa entre 2012 e 2015. Do ponto de vista da formulação de ações de manejo e conservação da população de capivaras, essa perspectiva também preocupa, na medida em que demonstra que a população não está apresentando *fitness* satisfatório (sucesso reprodutivo, *sensu* Pianka, 1994). Cabe ressaltar que o sucesso reprodutivo de qualquer espécie depende primordialmente das condições encontradas em seu

hábitat, tais como área de vida viável, com sítios para reprodução, disponibilidade de alimento com qualidade nutricional e condições ambientais adequadas.

Contudo, caso esse quadro persista ao longo do tempo, provavelmente acarretará problemas de desequilíbrio populacional, na medida em que o Lago Jaboti, tendo uma área inferior ao Parque Arthur Thomas, pode futuramente ter sua capacidade de suporte extrapolada. De acordo com a proposta sugerida por Silva *et al.* (2013) para o Parque Arthur Thomas em 2012, a restauração de áreas degradadas próximas ao entorno do ambiente aquático, em médio e longo prazos, poderá contribuir para um controle da densidade populacional na medida em que diminuirá as áreas abertas para forrageio (CORRIALE *et al.*, 2011; GONÇALVES e OLIVEIRA, 2011).

A análise do uso e ocupação do solo realizada em ambas as áreas demonstrou diferenças expressivas do ponto de vista da contribuição relativa dos elementos da paisagem na heterogeneidade espacial. O Parque Arthur Thomas apresentou áreas de vegetação densa e de zona urbana relativamente superiores àquelas verificadas no Parque Lago Jaboti. Como se trata de uma Unidade de Conservação Municipal completamente inserida na zona urbana (PREFEITURA MUNICIPAL DE LONDRINA, 2014), era esperado um forte efeito da malha urbana sobre a estrutura do Parque, desde a contribuição com material via galerias pluviais, até a eventual ação predatória sobre a população.

O Lago Jaboti, por sua vez, revelou proporções relativamente maiores das áreas de agricultura/campo e solo exposto em comparação com o Parque Arthur Thomas. Na medida em que esse Parque é urbano e completamente aberto ao público, não constituindo uma área de proteção, houve a dificuldade esperada de conservar extensas áreas de cobertura vegetal, sendo substituídas por loteamentos ou áreas limpas à espera de novas iniciativas imobiliárias (MANOSSO, 2005). Aparentemente, essas áreas abertas no entorno do lago central tem favorecido a colonização pelas capivaras, pois oferece uma vasta área de gramíneas para o forrageamento (CORRIALE *et al.*, 2011). Alia-se a isso o fato do percentual de cobertura do ambiente aquático ter sido muito maior no Parque Lago Jaboti do que no Arthur Thomas, o qual se constitui um elemento da paisagem fundamental para a ecologia e biologia da espécie (MOREIRA e MACDONALD, 1997; MALDONADO-CHAPARRO e PALOMINO, 2010; FERRAZ *et al.*, 2007). Segundo o estudo de distribuição espacial de capivaras na Bacia do

Piracicaba, sudeste do Brasil (Ferraz *et al.*, 2007), áreas urbanas (em larga escala) e presença humana não parecem ser fatores limitantes para a ocorrência de capivaras.

Nesse contexto, Corriale e Herrera (2013) reforçam que o tamanho, a forma e a abundância de diferentes tipos de corpos d'água afetam a abundância e densidade da população. No caso do Parque Lago Jaboti, a maior extensão relativa de cobertura por ambientes aquáticos promoveu aumento significativo da abundância média e densidade ecológica da sua população de capivaras, inclusive refletindo, relativamente, na maior taxa de natalidade apresentada.

Dessa forma, o presente estudo revelou que a estrutura populacional local esteve diretamente relacionada às características espaciais de ambas as paisagens estudadas, como pode ser observado pela maior abundância e densidade verificada no Parque Lago Jaboti em comparação com o Parque Arthur Thomas nos últimos anos de estudo. Bueno *et al.* (2013) e Schivo *et al.* (2015) reforçam que os mamíferos semiaquáticos sociais preferem colonizar e realizar suas atividades tróficas e reprodutivas próximas a corpos d'água e áreas abertas, portanto, quanto maior a contribuição relativa desses ambientes na paisagem, mais eles tendem a ser relevantes para a espécie na exploração do seu nicho ecológico. De acordo com Ferraz e Verdade (2001), em áreas pouco alteradas, as populações de capivaras podem variar de 3 a 14 indivíduos em média, já nas áreas onde houve processo de transformação, principalmente pela ação humana, os grupos podem conter mais de 40 indivíduos adultos, ocupando territórios medindo entre 5 e 16 ha.

Em suma, os dois ambientes estudados, uma área aberta e uma Unidade de Conservação protegida, demonstraram padrões de estrutura populacional distintos, com tendências opostas nos últimos anos quanto à dinâmica das populações. A população residente da área protegida apresentou menores abundância, densidade e taxa de natalidade, rejeitando a hipótese original. Nesse contexto, mesmo a Unidade de Conservação dispondo de vasta área coberta com vegetação densa no entorno do lago central, a ingerência e a ausência de proteção efetiva podem estar causando a depleção silenciosa da população de capivaras. Caso a suspeita de caça ilegal se confirme, a população humana da zona urbana pode estar se aproveitando do fato da área ser cercada e ineficientemente monitorada, para justamente ter acesso ao recurso natural sem chamar a atenção

dos moradores do entorno, dessa forma com menor chance de ser fiscalizada. Além disso, o lago desse Parque está com indícios de assoreamento avançado, o que já pode estar influenciando a qualidade do recurso hídrico. Esse processo é igualmente preocupante do ponto de vista do manejo, pois a espécie é inteiramente dependente desse recurso para exercer com equilíbrio suas principais atividades biológicas e relações ecológicas.

Portanto, a ausência de manejo ou a realização de manejo incompleto, sem planejamento e sem o conhecimento básico dos padrões de organização espaço-temporal da espécie, pode trazer consequências futuras para a população residente, promovendo baixa persistência e resiliência ou mesmo estimulando seu potencial reprodutivo, promovendo, dessa forma, desestabilização do grupo, mudanças comportamentais, entre outras consequências. O estabelecimento de monitoramento constante dessas populações permitirá aos gestores públicos municipais confirmar as tendências apontadas no presente estudo. De posse dessas informações, poder-se-á dar ênfase a iniciativas específicas de análise de processos e eventos locais que podem ser os responsáveis pela estrutura e dinâmica populacionais atualmente observadas, permitindo intervir na paisagem de forma estratégica para evitar desequilíbrios ecológicos nas populações de capivaras inseridas em áreas urbanas em médio e longo prazo.

REFERÊNCIAS

- ALHO, CJR. and RONDON, NL., 1987. Habitats, population densities, and social structure of capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*, Rodentia) in the Pantanal, Brazil. São Paulo: Revista Brasileira de Zoologia, p. 139-149.
- ARAÚJO, RA., ALMEIDA, AJ., TORQUETTI, CG., FICHE, H. e TALAMONI, SA., 2007. Monitoramento de um grupo de capivaras, *Hydrochoerus hydrochaeris*, (Mammalia: Rodentia) em um parque urbano na região da Pampulha, Belo Horizonte, Brasil. Caxambu, MG: Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, p. 1-2.
- BONVICINO, CR., OLIVEIRA, JA. e D'ANDREA, PS, 2008. Guia dos Roedores do Brasil. Rio de Janeiro. Organização Pan-americana da Saúde, p. 122.
- BUENO, C., FAUSTINO, MT. and FREITAS, SR., 2013. Influence of landscape characteristics on capybara road-kill on highway br-040, southeastern Brazil. *Oecologia Australis*, p. 320-327.

- BRESSAN, MS., 2003. Aspectos Anatomo-Histológicos e Neuroendócrinos do ceco da capivara. Tese (Mestrado), Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, p. 53.
- CAMPOS, RA., PIMENTA, PSP. e STIPP, NA., 2005. Um olhar sobre o Parque Arthur Thomas no Centro Urbano de Londrina/PR. São Paulo, Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina, p. 1-16. 36.
- CAMPOS, Z., 2009. Ecologia e Comportamento das capivaras no Pantanal. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=166>>. Acesso em: 15 mai. 2014.
- CORRIALE, MJ., ARIAS, SM. and QUINTANA, RD., 2011. Forage Quality of Plant Species Consumed by Capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in the Paraná River Delta, Argentina. *Rangeland Ecology & Management*, p 257-263.
- CORRIALE, MJ., MUSCHETTO, E. and HERRERA, EA., 2013. Influence of group sizes and food resources in home-range sizes of capybaras from Argentina. *Journal of Mammalogy*, p. 18-28.
- CORRIALE, MJ. and HERRERA, EA., 2013. Patterns of habitat use and selection by the capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*): a landscape-scale analysis. *The Ecological Society of Japan*, p. 191-201.
- COSTA, DS., PAULA, TAR., FONSECA, CC e NEVES, MTD., 2002. Reprodução de Capivaras. Umuarama: Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia, Unipar, p. 111-118.
- DAMAS, T., 2007. Expansão urbana e a problemática ambiental - Estudo de caso do Lago Jaboti, Apucarana (PR). Londrina, Caminhos De Geografia: Revista Online, p.93-107.
- FERRAZ, KMPMB. e VERDADE, LM., 2001. Ecologia Comportamental da Capivara: Bases Biológicas para o Manejo da Espécie. São Paulo: LPA/ESALQ/USP, p. 10.
- FERRAZ, KMPMB., FERRAZ, SFB., MOREIRA, JR., COUTO, HTZ. and VERDADE, LM., 2007. Capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) distribution in agroecosystems: a cross-scale habitat analysis. *Journal of Biogeography*, p 223-230.
- FIGUEIRA, JEC., 2010. Populações, Comunidades e Ecossistemas. Minas Gerais. Setor de Ecologia/Depto. de Biologia Geral, p. 1-5.
- GARCIAS, FM. e BAGER, A., 2009. Estrutura populacional de capivaras na Estação Ecológica do Taim, Brasil, RS. Rio Grande do Sul: Ciência Rural, p. 1-7.
- GONÇALVES, AS. and OLIVEIRA, DG., 2011. The influence of river depth and length of riparian vegetation on the presence of capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris* Mones & Ojasti, 1986). *Ciência e Natura*, p 33-42.

GOTELLI, NJ. and ELLISON, AM., 2011. Princípios de Estatística em Ecologia. Porto Alegre: Artmed, p. 528.

HERRERA, EA. and MACDONALD, DW., 1989. Resource utilization and territoriality group-living Capybaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Journal of Animal Ecology, Oxford, v. 58, p. 667-679.

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, 2000. Primeiro Curso de diagnóstico e Manejo de Capivaras no Estado de São Paulo: plano de manejo de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) de vida livre no Estado de São Paulo. Pirassununga.

Jackson, DA., 1993. Stopping rules in principal components analysis: a comparison of heuristical and statistical approaches. Ecology, 74(8), p. 2204-2214.

KREBS, CJ., 2009. Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Benjamin Cummings, ed. 6, p. 655.

MALDONADO-CHAPARRO, A. and PALOMINO, PS., 2010. Seasonal spatial distribution patterns of a capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) population in the flooded savannas of Colombia. Mastozoologia Neotropical, p. 287-294.

MANOSSO, FC., 2005. Parque do Lago Jaboti: Impactos Ambientais e Educação Ambiental. VIII Encontro Paranaense de Educação Ambiental. Apucarana, PR, p. 8.

MOREIRA, JR. e MACDONALD, DW., 1997. Técnicas de manejo de capivaras e outros grandes roedores da Amazônia. Manejo e conservação de vida silvestre no Brasil. Brasília, Sociedade Civil Mamirauá, p.186-213.

MOREIRA, JB., PINHA, PRS. e CUNHA, HJ., 2004. Capivaras do Lago Paranoá. Disponível em: <<http://www.semarh.df.gov.br/site/cap05/07.htm> (1 of. 8) [29/07/04] 15:22:18]>. Acesso em: 05 jun. 2014.

MCCUNE, B. and MEFFORD, MJ., 1999. PC-ORD: multivariate analysis of ecological data. Version 4.01. Oregon, MjM Software Design, p. 47.

ODUM, EP. e BARRET, GW., 2007. Fundamentos de Ecologia. São Paulo: Thomson Learning, p. 612.

PIANKA, ER. 1994. Evolutionary Ecology. New York: Harper Collins, ed. 5th.

POUGH, FH., JANIS., CM e HEISER, JB., 2008. A Vida dos Vertebrados. São Paulo: Atheneu, ed. 4, p. 684.

PREFEITURA MUNICIPAL DE LONDRINA. Parque Municipal Arthur Thomas. Disponível em: http://www.londrina.pr.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=250&Itemid=196. Acesso em: 24 set. 2014.

PRIMACK, RB. e RODRIGUES, E., 2001. Biologia da Conservação. Londrina: Planta, ed. 3, p. 327.

RICKLEFS, RE., 2010. A Economia da Natureza. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, ed. 6, p. 572.

SCHIVO, F; KANDUS, P.; BOLKOVIC, ML.; MINOTTI, PG.; TRILLA, GG.; QUINTANA, RD. 2015. A habitat suitability model for capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) at its core area in Argentina. Tropical Conservation Science, v.8, n.1, p. 150-168.

SILVA, CF., OLIVEIRA, EF e CUNHA, EMF., 2013. Estrutura e dinâmica das populações de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) em uma área aberta e em uma unidade de conservação: Perspectivas para o manejo. Revista em Agronegócios e Meio Ambiente, v.6, n.3, p. 497-515.

STCP ENGENHARIA DE PROJETOS LTDA., 2004. Plano de Manejo Parque Arthur Thomas. Londrina, p. 474.

VARGAS, FC., VARGAS, SC., MORO, MEG., SILVA, V. e CARRER, CRO., 2007. Monitoramento populacional de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris* Linnaeus, 1766) em Pirassununga, SP, Brasil. Santa Maria: Ciência Rural, v. 37, n.4, p. 1104-1108.

VERDADE, LM. e FERRAZ, KMPMB., 2001. Ecologia Comportamental da Capivara: Bases Biológicas para o Manejo da Espécie. Piracicaba, SP: Laboratório de Ecologia Animal, LPA/ESALQ/USP, p. 10.

VERDADE, LM. and FERRAZ, KMPMB., 2006. Capybaras in an anthropogenic habitat in southeastern Brazil. São Paulo: Brazilian Journal of Biology, p. 371-378.

ZAR, JH., 1999. Biostatistical analysis. 4th ed. Prentice Hall, New Jersey, p. 663.