



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Instituto de Biociências
Câmpus do Litoral Paulista



GUSTAVO THOSHIO OBAYASHI ADATI

**VARIAÇÃO SAZONAL NO TAMANHO DA ÁREA DE VIDA DE UMA AVE
ENDÊMICA DE BREJOS SALINOS**

São Vicente - SP
2024

GUSTAVO THOSHIO OBAYASHI ADATI

**VARIAÇÃO SAZONAL NO TAMANHO DA ÁREA DE VIDA DE UMA AVE
ENDÊMICA DE BREJOS SALINOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Biociência da
UNESP - Campus Litoral Paulista, como
parte dos requisitos para obtenção do título
Bacharel em Ciências Biológicas, com
habilitação em Biologia Marinha.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Ricardo
Bornschein.

Coorientador: MSc Bruno de Moraes Guerra.

**São Vicente - SP
2024**

A221v Adati, Gustavo Thoshio Obayashi

Variação sazonal no tamanho da área de vida de uma ave endêmica de brejos salinos / Gustavo Thoshio Obayashi Adati. -- São Vicente, 2024

32 p. : tabs., mapas

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, São Vicente

Orientador: Marcos Ricardo Bornschein

Coorientador: Bruno de Moraes Guerra

1. Brejo salino subtropical. 2. Formicivora acutirostris. 3. Área de vida por kernel. 4. Densidade. I. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço principalmente à minha família, minha avó Marisa Ramos, meu avô Carlos Massao e minha mãe Samira Obayashi, por todo o auxílio que me deram até hoje, com apoio em incontáveis situações e orientação para chegar até aqui.

Agradeço ao meu namorado Gustavo Cassamassimo por toda a ajuda e apoio durante esses anos longe de casa, por ter sido um companheiro de verdade em todos os momentos e ouvido todos, sem exceção, desabafos sobre a graduação.

Agradeço ao professor Marcão por todas as oportunidades que me ofereceu no Laboratório de Ambientes Insularizados (LABIN), por todos os campos incríveis e por toda orientação durante a realização dos meus projetos.

Agradeço à Bianca L. Reinert, Ricardo Belmonte-Lopes e ao professor Marcão pelo trabalho realizado em campo e coleta dos dados utilizados neste estudo, sem eles este trabalho não aconteceria.

Agradeço a todos os meus amigos do LABIN: Gabriela, Mariana, Marina, Gabriel, Nathan, Giovanna, Maria Fernanda e Cecília, por toda ajuda com ensinamentos e em campo.

Agradeço muito meus amigos de turma: Diana, Beatriz, Gabriela, Ana Luiza, Ana Carolina, Ana Caroline, Matheus, Laena, Thomas, Luisa, Eduardo, Bruno, Ana Clara, Carlos, Santana, Sabrina e Julia, que estiveram ao meu lado em muitos momentos, me tirando risadas de todos os momentos, até os mais difíceis.

RESUMO

Área de vida (AV) inclui todo o espaço utilizado para a realização das funções de uma espécie; a parte dessa área que é defendida contra indivíduos da mesma espécie, é denominada de território. AV pode variar por sexo do indivíduo, abundância de alimento, comportamento reprodutivo, período reprodutivo, perturbação antrópica e variação climática, por exemplo. Muitas espécies variam a AV em função da sazonalidade climática extrema das maiores latitudes, realizando migrações. Em menores latitudes, a família *Thamnophilidae* conta com cerca de 250 espécies essencialmente florestais de reduzida capacidade de deslocamento, que não migram e evitam transpor quaisquer interrupções no contínuo florístico. Por serem sedentários, monogâmicos e defensores ativos de territórios, são alvo de estudos sobre o tamanho do território, normalmente constantes em área e localização ao longo do tempo. Um representante da família, *Formicivora acutirostris*, é exceção, pois vive em brejos salinos dominados por vegetação herbácea alagada diariamente pelas marés altas. No presente estudo, investigamos a AV de casais de *F. acutirostris*. Hipotetizamos que elas não variam entre o período reprodutivo e não reprodutivo, em razão da constância de insetos e regularidade nos alagamentos, que indisponibilizam diariamente parte do ambiente, forçando ao uso de AVs igualmente grandes nos dois períodos sazonais. O trabalho foi feito na ilha do Jundiaquara (11,6 ha), estuário da baía de Guaratuba, Paraná, sul do Brasil, de abril de 2006 a dezembro de 2008. Anilhamos todos os casais da espécie com combinações únicas de cores, para permitir a identificação somente por observação visual (janeiro–fevereiro 2006). Em março de 2007, verificamos que indivíduos compunham cada casal da espécie. Marcamos a Jundiaquara com estacas georreferenciadas, contendo marcações sequenciais, a cada 25 m, para auxílio na tomada de localizações. Tomamos localizações de cada membro do casal a cada deslocamento de no mínimo 5 m. Avaliamos o esforço amostral pela curva de AV acumulada (todas as localizações), mensurada pelo método do Mínimo Polígono Convexo (MPC). A AV sazonal foi dividida em período reprodutivo (setembro–fevereiro) e não reprodutivo (demais meses). Contabilizamos todas as localizações obtidas nos meses integrantes de cada período, de 2006–2008. Calculamos as AVs pelo método de estimativa de densidade Kernel (KDE), utilizando-se das áreas frequentadas 95% e 50% pelos indivíduos da espécie (doravante, Kernel 95% e 50%). Atribuímos como diâmetro de influência de cada localização o valor resultante de uma análise considerando as distâncias entre

localizações de quatro casais, sorteados. Usamos do cálculo de Kernohan para avaliar a porcentagem de sobreposição das AV de cada casal, por período, e do índice de Bhattacharyya para valorar essa sobreposição. Obtivemos 995 localizações de 12 casais de *F. acutirostris* (503 no período reprodutivo); por casal, obtivemos 43–121 localizações (média de 82,9). As AV acumuladas se estabilizaram por volta de 55 localizações, as quais foram obtidas normalmente no 10º. ou 12º. mês de campo. As AVs 95% variaram de 0,58–1,25 ha (média = 0,91 ha) no período reprodutivo e de 0,65–1,25 ha (média = 0,94 ha) no período não reprodutivo. As AVs 50% variaram de 0,05–0,25 ha (média = 0,14 ha) no período reprodutivo e de 0,04–0,24 ha (média = 0,12 ha) no período não reprodutivo. As AVs não diferiram por período ($p = 0,59$ para AV 95% e $p = 0,49$ para AV 50%). O índice de sobreposição das AVs indicou mediana semelhança (95%: 0,49–0,79, média = 0,66; 50%: 0,11–0,86, média = 0,41). Não houve diferença sazonal nas áreas das AVs, corroborando a hipótese. As AVs 50% se sobrepuseram menos do que as AV 95%, talvez por um uso parcialmente diferenciado do ambiente para reproduzir e demais funções após a reprodução. As AVs, contabilizando todas as localizações, foram 8,7–184,6% (média de 55,6%) maiores do que os territórios dos casais, mensurados no mesmo período. Nessas AVs, os casais incorporaram territórios de 1–6 (média = 3) casais vizinhos, o que é notável tendo em vista a ativa defesa que é feita pelos ocupantes. Sugerimos que a densidade da espécie na área de estudo esteja aumentada por um possível deslocamento de indivíduos de áreas adjacentes de menor qualidade ambiental, conforme hipotetizado na literatura. Os casais teriam, então, encolhido seus territórios, mas não suas AVs, que poderiam estar com área semelhante ao momento anterior ao deslocamento de indivíduos. Futuras avaliações em locais com marés altas menores podem revelar menor diferença entre AV e territórios, sugerindo menor efeito da heterogeneidade ambiental e/ou do nível de alagamento.

Palavras-chave: brejo salino subtropical, *Formicivora acutirostris*, área de vida por kernel, densidade.

ABSTRACT

Home range (HR) includes all the space used for the functions of a species; the part of this area that is defended against individuals of the same species is called territory. HR can vary by the sex of the individual, food abundance, reproductive behavior, reproductive period, anthropic disturbance, and climatic variation, for example. Many species vary their HR due to extreme climatic seasonality at higher latitudes, undertaking migrations. At lower latitudes, the *Thamnophilidae* family comprises about 250 essentially forest species with limited movement capacity, which does not migrate and avoid crossing any interruptions in the forest continuum. Because they are sedentary, monogamous, and active defenders of territories, they are the subject of studies on territory size, which is usually constant in area and location over time. A representative of the family, *Formicivora acutirostris*, is an exception because it lives in salt marshes dominated by herbaceous vegetation flooded daily by high tides. In the present study, we investigated the HR of *F. acutirostris* pairs. We hypothesized that it does not vary between the reproductive and non-reproductive periods due to the constancy of insects and regularity in flooding, which make part of the environment unavailable daily, forcing the use of equally large HRs in both seasonal periods. The study was conducted on Jundiaquara island (11.6 ha), in the estuary of Guaratuba Bay, Paraná, southern Brazil, from April 2006 to December 2008. We banded all pairs of the species with unique color combinations for identification by visual observation only (January–February 2006). In March 2007, we verified which individuals made up each pair of the species. We marked Jundiaquara with georeferenced stakes, containing sequential markings every 25 m, to aid in location recording. We recorded the locations of each member of the pair at every movement of at least 5 m. We evaluated sampling effort using the accumulated HR curve (all locations), measured by the Minimum Convex Polygon (MCP) method. Seasonal HR was divided into reproductive (September–February) and non-reproductive periods (other months). We counted all locations obtained in the months of each period, from 2006–2008. We calculated HRs using the Kernel Density Estimation (KDE) method, using the areas frequented by individuals of the species 95% and 50% of the time (hereafter, Kernel 95% and 50%). We assigned the influence diameter of each location the value resulting from an analysis considering the distances between locations of four randomly selected pairs. We used Kernohan's calculation to evaluate the percentage of HR overlap of each pair, by period, and Bhattacharyya's index to assess this overlap. We

obtained 995 locations from 12 pairs of *F. acutirostris* (503 in the reproductive period); per couple, we obtained 43–121 locations (mean of 82.9). The accumulated HRs stabilized around 55 number of locations, which were normally obtained by the 10th or 12th month of fieldwork. The 95% HRs ranged from 0.58–1.25 ha (mean = 0.91 ha) in the reproductive period and 0.65–1.25 ha (mean = 0.94 ha) in the non-reproductive period. The 50% HRs ranged from 0.05–0.25 ha (mean = 0.14 ha) in the reproductive period and 0.04–0.24 ha (mean = 0.12 ha) in the non-reproductive period. The HRs did not differ by period ($p = 0.59$ for 95% HR and $p = 0.49$ for 50% HR). The HR overlap index indicates median similarity (95%: 0.49–0.79, mean = 0.66; 50%: 0.11–0.86, mean = 0.41). There was no seasonal difference in HR areas, supporting the hypothesis. The 50% HRs overlapped less than the 95% HRs, possibly due to a partially differentiated use of the environment for reproduction from that used for other functions after reproduction. The HRs, accounting for all locations, were 8.7–184.6% (mean of 55.6%) larger than the pairs' territories, measured in the same period. In these HRs, pairs incorporated territories of 1–6 (mean = 3) neighboring pairs, which is notable given the active defense by the occupants. We suggest that the species density in the study area may have increased due to a possible displacement of individuals from adjacent areas of lower environmental quality, as hypothesized in the literature. The pairs would have, then, shrunk their territories but not their HRs, which could resemble the size before the displacement of individuals. Future evaluations in areas with lower high tides may reveal less difference between HR and territories, suggesting a lower effect of environmental heterogeneity and/or flooding level.

Keywords: Subtropical salt marsh, *Formicivora acutirostris*, home range by kernel, density.

INTRODUÇÃO

A área de vida é a totalidade do espaço utilizado por um indivíduo para a sua sobrevivência, incluindo o alimento necessário para o sustento e o local de deslocamento para obtê-lo, a busca por parceiros e o estabelecimento de sítios de nidificação (Burt 1943; Brown & Orians 1970; Fujikawa 2011). As áreas de vida variam de tamanho em função da massa do animal (Reiss 1988; Ofstad et al. 2016) e comportamento migratório (Braga 2015), por exemplo, podendo ter uma escala planetária, como no caso da baleia-azul (Branch et al. 2007), escalas intercontinentais, como no caso de muitas aves migratórias que se deslocam pelas américas (Braga 2015), ou escalas minúsculas, de poucos metros cúbicos, como em espécies endêmicas de fontes hidrotermais (Hu et al. 2021). Porções da área de vida podem ser defendidas contra outros indivíduos da mesma espécie, nesse caso, caracterizando o que se denomina de território (Odum & Kuenzler 1995).

Parte da área de vida pode ser usada apenas em uma época da vida do indivíduo, como no caso das lagartas da borboleta monarca, que após metamorfosearem migram por países da América do Norte (Reppert & Roode 2018), ou pode ser usada sazonalmente, como no caso de aves que ao longo de um ano nidificam em um continente e, depois, migram para outro onde passam o período de invernagem (Atkinson et al. 2007; Paludo et al. 2022). Variações sazonais na área de vida podem ocorrer devido a fatores como distribuição e abundância de alimento, época de reprodução, antropismos, mudança climática e variações do clima (Burt 1943; Rolando 2002; Powell 2009). A compreensão das variações dinâmicas das áreas de vida dos organismos auxilia no entendimento de aspectos ecológicos e populacionais, como densidade e distribuição geográfica (Carpenter 1987; Fieberg & Borger 2012), além de permitir a tomada de medidas adequadas de conservação e manejo das espécies (Van Beest et al. 2011).

Em regiões tropicais e subtropicais, variações climáticas sazonais podem ser menos extremas do que em regiões temperadas (Karr 1975; Chou et al. 2007). Mesmo assim, essas variações impõem desafios aos indivíduos (Walther et al. 2002; Root et al. 2003; Dubois 2016). Mudanças no clima impactam diretamente na sazonalidade de ocorrência das espécies, como acontece com espécies migratórias da família Tyrannidae, que alteram a localização das suas áreas de nidificação decorrente das mudanças de temperatura (Braga 2015), algo semelhante acontece relacionando

períodos reprodutivos de aves que são influenciados por mudanças nos padrões de precipitação (Lloyd 1999; Doswald et al. 2009)

Um grupo de aves Neotropicais, com cerca de 250 espécies de reduzida capacidade de deslocamento e essencialmente florestais, é a família *Thamnophilidae* (Winkler 2020). Os seus membros refugam espaços abertos e pequenas interrupções de habitat na paisagem podem ser barreiras intransponíveis (Zimmer & Isler 2003). As espécies dessa família vivem em casais permanentes que defendem territórios (Greenberg & Gradwohl 1986; Duca et al. 2006; Araújo-Lima 2013) ao longo dos anos, exceto por algumas poucas espécies seguidoras obrigatórias de formigas de correição, como *Pithys albifrons*, que aparentam sair regularmente da monogamia estrita (Zimmer & Isler 2003; Pizo & Melo 2010). Os territórios, em geral, são fixos ao longo dos anos, variando menos do que os indivíduos que os ocupam (Greenberg & Gradwohl 1986; Duca & Marini 2005; Reinert 2008).

Em função do comportamento de defesa do espaço utilizado ao longo do ano pelos membros do casal, em *Thamnophilidae* usualmente se mensura territórios (Araújo-Lima 2013; Mathias & Duca 2016). Os menores territórios em *Thamnophilidae* totalizam somente 0,20 ha (Zimmer & Isler 2003) e 0,25 ha (Reinert et al. 2007), enquanto os maiores totalizam 50 ha e 64 ha (Terborgh et al. 1990). Diferentes condições ambientais suportam territórios de diferentes tamanhos na família, variando de 0,5–1,0 ha em *Cercomacra manu* (Zimmer & Isler 2003), 2,0–8,0 ha em *Cymbilaimus lineatus* (Terborgh et al. 1990), 33–64 ha em *Phaenostictus mcleannani* (Robinson et al. 2000) e de 16,02–32 ha em *Myrmornis torquata* (Robinson et al. 2000; Stouffer 2007), por exemplo.

O território em *Thamnophilidae* pode ser constante ao longo do ano, não variando sazonalmente (Duca & Marini 2005, Duca et al. 2006; Reinert et al. 2007), como pode variar. Estas variações foram associadas com mudanças da estrutura do habitat e maior precipitação, que, por sua vez, afetaram a disponibilidade de alimento (Greenberg & Gradwohl 1986; Duca e Marini 2005; Stouffer 2007).

Duas espécies de *Thamnophilidae* vivem em ambientes atípicos para o padrão da família, no caso os brejos, a saber *Formicivora acutirostris* e *F. paludicola* (Buzzetti et al. 2013). Dessas, *F. acutirostris* é endêmica de brejos salinos, distribuindo-se do Paraná ao Rio Grande do Sul, no sul do Brasil (Bornschein et al. 2004). Brejos salinos são ecossistemas estuarinos encontrados em regiões temperadas e subtropicais do

globo, sob influência das marés e dominados por uma ou poucas plantas herbáceas adaptadas à salinidade (Doody 2001).

O território de *F. acutirostris* é conhecido (Bornschein et al. 2004; Reinert et al. 2007; Sandretti-Silva et al. 2024), varia bastante em área, de 0,25 ha a 3,2 ha (Bornschein et al. 2004; Reinert et al. 2007), e praticamente não se altera em área e localização ao longo dos anos (Bornschein et al. 2004; Reinert et al. 2007; Sandretti-Silva et al. 2024). No entanto, não é conhecido se há ou não uso sazonal do ambiente. No presente estudo, investigamos se o uso do ambiente por casais da espécie varia sazonalmente. No caso, avaliamos se a área de vida varia entre o período de seis meses que concentra a atividade reprodutiva (doravante, período reprodutivo) e o período de seis meses subsequentes, com rara atividade reprodutiva (doravante, período não reprodutivo). Hipotetizamos que não haverá diferença sazonal, em função de parte do ambiente da espécie ser diariamente indisponibilizado pela submersão nas marés altas e pelo ambiente possuir a quantidade de insetos constante, sem variação entre as estações de verão e inverno (Favretto et al. 2022). Tal indisponibilização de locais para a busca de alimento imporia aos indivíduos explorar áreas de vida máximas durante todo o ano, sem mudanças sazonais

MATERIAIS E MÉTODOS

A espécie alvo

Formicivora acutirostris é socialmente monogâmico (Sobotka 2011), estabelecendo casais permanentes (Reinert 2008). Ambos os membros do casal se dedicam na defesa do território, realizando vocalizações de alerta, ameaças e perseguição para expulsão de indivíduos invasores (Reinert 2008). Os territórios são, em geral, são constantes em área e localização, apesar da troca dos ocupantes (Reinert 2008; Bornschein 2013).

O clima e regime de marés da região de estudo

A região de estudo apresenta clima subtropical úmido com verões quentes (Cfa), de acordo com a classificação climática de Koppen (Alvares et al. 2013). Foi levantado o índice pluviométrico do município de Guaratuba, Paraná, junto aos dados de temperatura para os períodos de estudo 2006–2008. Durante este período, a temperatura média mensal variou de 16 °C a 24,9 °C, com precipitações mensais variando de 20,6 mm a 851,2 mm. O período reprodutivo (setembro a fevereiro)

apresentou temperaturas médias mensais de 17,2 °C a 24,9 °C e precipitação de 84,2 mm a 851,2 mm. Enquanto o período não reprodutivo (março a agosto) apresentou temperaturas médias mensais de 16 °C a 22,9 °C e precipitação média de 20,6 mm a 372,4 mm. Os dados foram fornecidos pelo Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) (Figura 1).

A área de estudo

O trabalho de campo foi efetuado na ilha do Jundiaquara (c. 25°52'25"S, 48°45'31"W; 11,6 ha), sítio Ramsar Guaratuba, baía de Guaratuba, município de Guaratuba, litoral sul do Paraná, sul do Brasil.

Coleta de dado

Os dados foram coletados por Bianca L. Reinert, Ricardo Belmonte-Lopes e Marcos R. Bornschein, de abril a agosto de 2006 e de janeiro de 2007 a dezembro de 2008 (Tabela 1). Trabalhou-se em campo obtendo-se dados para esse estudo 3,4 dias por mês, em média, em 2006 e em 2008 e 5,2 dias por mês, em média, em 2007 (Tabela 1). O trabalho diário ocorreu do alvorecer até às 12 h e por mais 3 h durante o período da tarde, findando no anoitecer.

Todos os indivíduos territoriais de *F. acutirostris* da área de estudo foram anilhados com combinações únicas de cores (três anilhas coloridas), permitindo a identificação a olho nu ou auxiliada com binóculos, entre janeiro e fevereiro de 2006. Em março de 2006, confirmou-se os indivíduos que compunham cada casal territorial. Indivíduos territoriais sem anilhas, que substituíram os previamente identificados, foram anilhados no máximo cinco dias após serem detectados, salvo se estivessem com ninho ativo ou alimentando filhotes fora dos ninhos. Nessas situações, assim que os filhotes se tornaram independentes ou quando o ninho foi perdido, anilhou-se os parentais.

Toda a área de estudo foi marcada com estacas, a cada 25 m, contendo bandeiras com a identificação da estaca (e.g. A, B, C...). As bandeiras se elevavam a cerca de 1,5–2 m do sedimento e foram identificadas com letras numeradas, em ordem progressiva no sentido sudoeste para nordeste (e.g., A1, A2, A3..., B1, B2, etc.). Para auxílio na orientação em campo, ainda se intercalou a cor da marcação das bandeiras (linha A em cor preta, B em cor vermelha, C em preto, etc.).

Orientou-se a localização de indivíduos de *F. acutirostris*, caminhando-se ao longo das linhas de estacas. Indivíduos da espécie vistos a até 2 m de distância de uma estaca, foram anotados como localizados na própria estaca. Após essa distância, anotou-se a localização que estavam com base nas estacas circundantes (e.g., 5 m da A1 no sentido da A2; 10 m da A1 no sentido da A2; entre A1 e B2). Posteriormente, o grid de estacas foi georreferenciado com uso de GPS e demarcado no Google Earth. Nesse programa, as posições das localizações dos indivíduos foram georreferenciadas (ver adiante).

Não foi utilizado playback de canto da espécie para a atração dos indivíduos. Todas as localizações foram feitas espontaneamente, deparando-se com indivíduos ou indo-se ao encontro de movimentação na vegetação ou de sons emitidos. Uma vez encontrado um ou ambos os indivíduos pareados, eles foram seguidos para a anotação de localizações (ver adiante), em qualquer direção que se deslocassem. Permaneceu-se no máximo 1 h acompanhando-se um indivíduo pareado ou casal. Somente anotou-se localizações quando as anilhas dos indivíduos eram confirmadas.

Considerou-se como localização a observação de cada membro do casal da espécie. Se estivessem no mesmo local, anotou-se duas localizações, um para cada indivíduo. Tratou-se como nova localização uma observação distante 5 m da anterior. Desse modo, não se anotou novas localizações a indivíduos parados no mesmo local por muito tempo.

Análise dos dados

A partir da obtenção dos pontos de ocorrência dos indivíduos, foram separados os pontos que correspondem a casais de indivíduos durante o período analisado, desta forma formou-se 12 casais, cada um com seus respectivos conjuntos de pontos de localização. Assim, para cada casal, separou-se os pontos em períodos reprodutivo e não reprodutivo.

Foram estimadas as densidades dos pontos de localização de indivíduos dentro da área de estudo aplicando o método estimativa de densidade kernel (KDE), presente no software QGIS 3.32.0 (Quantum Geographic Information System), dessa forma, a área de vida (AV) dos casais é toda a área em que o kernel está abrangendo. O método KDE é usado para se obter uma estimativa de intensidade de fenômenos sobre um valor de área (Seaman & Powell 1996; Powell 2000; Laver & Kelly 2008; Silverman 2018), esta função realiza uma contagem de todos os pontos dentro de

uma área, e define a importância deles de acordo com a distância de cada um com base na localização de interesse (Monteiro et al. 2004).

Uma forma de uso do método é utilizando o Kernel Fixo, onde a largura do raio de influência para cada ponto se mantém constante ao longo de toda distribuição dos dados. Outra forma é o uso do método Kernel Adaptativo, que recebe este nome pois o raio de influência pode ter um valor variável ao longo da distribuição pela área, estando ligado ao tipo de conteúdo presente nos dados (Seaman & Powell 1996; Powell 2000; Silverman 2018).

Para realizar a estimativa KDE, utilizou-se a função de Kernel Quártico, sendo esse um tipo de Kernel Fixo muito comumente usado para criação de mapas de calor Kernel, também é um método mais adequado para atribuir valores maiores em áreas com maior quantidade de pontos próximos, sem desconsiderar pontos mais separados, criando uma suavização à medida que a distância muda (Seaman & Powell 1996; Rosa 2021).

Para a seleção do raio de influência dos pontos, foi selecionado o método de validação cruzada de quadrados mínimos (LSCV) (Hemson et al. 2005), apesar de ter sido questionado por Freiwald (2009) com o método reference bandwidth (HREF). Sua fórmula consiste na obtenção dos valores da média da distância média entre todos os dados ($\bar{X}$) adicionando ou subtraindo a média do desvio padrão de todos os dados (σ), o cálculo utilizado foi: $R = \bar{X} \pm \sigma$ (Rizzatti et al. 2020).

Desta forma ao se usar LSCV, houve problemas ocorrendo altos valores de variação para medidas de raio de influência dos pontos (min = 102; max = 236) (Brack 2013). Por isso optou-se por uma adaptação da fórmula, utilizando o LSCV de quatro territórios sorteados dentro da área de estudo, usando o valor da média da distância média ($\bar{X}$) subtraindo a média do desvio padrão (σ) (22,5; 23,3; 20,7 e 21,1), a partir disso foi realizado uma média entre os quatro valores obtidos ($R = 21,9$ m).

A partir da estimativa de densidade de kernel (KDE), foi criado um mapa classificado com níveis de densidades que variam de acordo com a cor e tonalidade sendo representados: Vermelho significa densidade muito alta; Laranja indica densidade alta; Amarela densidade média; Verde significa densidade baixa. Isso auxilia na análise, pois visualmente quando detectado uma faixa com uma tonalidade ou cor mais intensa, por exemplo, vermelha pode-se inferir que nesta região, existe uma concentração de pontos de registro, pois os pontos segregados estão muito

próximos criando este tipo de resultado, o raciocínio pode ser feito de forma contrária, ou seja, quanto mais clara a cor, menos concentrados estão os pontos de registro (Souza et al. 2013).

Para se analisar a AV para os diferentes casais de *F. acutirostris* foram feitas áreas de 95% e 50%, que representam a porcentagem de uso dos indivíduos naquela área, dessa forma áreas de vida 95% representam AV totais, com a exclusão de 5% por serem considerados apenas saídas esporádicas, enquanto áreas de vida 50% apresentam locais de concentração de pontos de localização de indivíduos (Powell 2000; Cohen 2018; Rosa 2021).

Observou-se a convergência entre as áreas de 95% do kernel dos períodos reprodutivo e não reprodutivo de um mesmo casal, assim calculou-se a área desta convergência e qual a porcentagem ela equivale para a área de 95% do kernel do período reprodutivo e para a área de 95% do período não reprodutivo. Após isso o mesmo foi realizado, mas considerando apenas as áreas de vida 50% do kernel (Seaman & Powell 1996; Powell 2000; Fujikawa 2011; Cohen 2018; Barbosa 2020; Rosa 2021).

O cálculo de grau de sobreposição entre áreas de vida é aplicado para identificar áreas de maior uso comparando áreas de diferentes espécies ou diferentes períodos para uma mesma espécie (Fieberg e Borger 2012; Basille 2013; Suraci et al. 2022). Calculamos a sobreposição das áreas de vida (Sobr), que é o valor percentual que a convergência das áreas de vida (AV) do período reprodutivo (rep) e não reprodutivo (nrep) representa da AV do período reprodutivo, com o seguinte cálculo, adaptado de Kernohan et al. (2001): $Sobr = (Sobreposição\ da\ AV\ do\ rep\ e\ nrep / AV\ do\ rep) \times 100$.

Para o cálculo de grau de sobreposição, o método Índice de Bhattacharyya (BA; Bhattacharyya 1943) é mais recomendado para medir a convergência de duas áreas de distribuição de períodos diferentes (reprodutivo e não reprodutivo) (Kernohan et al. 2001; Millspaugh et al. 2004). Seu resultado varia entre zero e um, onde zero indica nenhuma sobreposição entre as áreas de vida, e um indica sobreposição total entre as áreas, desta forma usou-se a seguinte equação: $BA = \sqrt{(UD1 \cdot UD2)}$ (Millspaugh et al. 2004; Fieberg e Kochanny 2005; Banet et al. 2022; Suraci et al. 2022).

Como o método nos permite trabalhar com duas áreas de vida diferentes, usou-se o percentual que a sobreposição equivale da área de vida total do período reprodutivo para UD1, e o percentual que a sobreposição equivale da área de vida

total do período não reprodutivo para UD2, por exemplo: O casal nomeado como Acelerado, a sobreposição entre as áreas de vida 95% equivale a 79% (0,79) da área de vida total do período reprodutivo, e 80% (0,80) da área de vida total do período não reprodutivo. (Fieberg e Kochanny, 2005).

Para as análises de normalidade dos dados, foi realizado o teste de Shapiro-Wilk ($p \geq 0,05$), os testes de significância entre as áreas de vida com os períodos reprodutivo e não reprodutivo, foram realizados através do teste t pareado, com o nível de significância de $p \leq 0,05$. O mesmo foi aplicado para comparação das áreas de sobreposição das áreas de vida 95% e sobreposição entre áreas de vida 50%. As análises foram realizadas através do software R.

Para avaliar a suficiência amostral, observamos a curva de acumulação do tamanho da área de vida dos casais de *F. acutirostris* por acúmulo de localizações (foram plotadas na ordem de obtenção). Para tal, a cada conjunto de cinco localizações de um casal da espécie, elaboramos polígonos no Google Earth unindo as mais externas para a mensuração da área de vida. Efetuamos os polígonos pelo Método do Mínimo Polígono Convexo – MPC (e.g., Blair 1942; Odum & Kuenzler 1955; Worton 1987, Sandretti-Silva et al. 2024), com modificação, no caso com a retirada de superfície de água. As mensurações foram feitas em m², no Google Earth.

RESULTADOS

Foram obtidas 995 localizações de indivíduos de 12 casais de *F. acutirostris*, sendo 503 durante o período reprodutivo e 492 durante o período não reprodutivo (Tabela 1 e 2). As localizações variaram de 43–121 por casal (média de 82,9 localizações; Tabela 2) e foram obtidas em 12–19 meses, por casal (média de 16,2 meses; dados não demonstrados). Ao todo, computou-se localizações de 25 indivíduos diferentes, pois houve a substituição de um membro de um casal. Dois territórios deixaram de existir ao longo de período do estudo e, por tal razão, as localizações obtidas não foram analisadas.

Calculou-se as áreas de vida 95% totais para cada casal durante todo o período de 2006 a 2008, as áreas obtidas variam de 0,80 ha a 1,66 ha (Figura 3). As áreas de vida de 95% durante o período reprodutivo, variam de 0,58 ha a 1,25 ha, e durante o período não reprodutivo, variam de 0,65 ha a 1,25 ha. Para as áreas de vida de 50% de uso, obtivemos áreas que variam de 0,05 ha a 0,25 ha para o período reprodutivo e 0,04 ha a 0,24 ha para o período não reprodutivo (Tabela 2). O teste de significância

apresentou valores para as áreas de 95% ($p = 0,59$) e áreas de 50% ($p = 0,49$) que nos mostram que a variação no tamanho de áreas não depende do período reprodutivo.

As áreas de 95% do período reprodutivo e não reprodutivo apresentaram uma sobreposição maior, com valores acima de 47%, mas áreas de vida de 50% apresentaram valores a partir de 5%, sobrepondo menos que áreas de 95% (Tabela 2). Isso também pode ser observado através do índice de Bhattacharyya, com valores de sobreposição entre as áreas de 95% de 0,49 a 0,79 ($0,66 \pm 0,11$), enquanto para áreas de vida de 50%, apresentou valores de 0,11 a 0,86 ($0,41 \pm 0,24$) (Tabela 2).

A análise estatística para a sobreposição mostra que o tamanho da área de vida (95% ou 50%) possui relação ($p = 0,008$) com o percentual de sobreposição entre as áreas, dessa forma áreas de vida 95% dos períodos reprodutivo e não reprodutivo são mais sobrepostas, enquanto áreas de vida 50% são menos sobrepostas.

DISCUSSÃO

O ambiente ocupado por *F. acutirostris* está em grande parte suscetível a inundações de maré (Bornschein et al. 2024), por este motivo áreas de vida se mantiveram semelhantes, sem variação, corroborando com a hipótese de uso máximo de área. Com a quantidade de insetos no ambiente não apresentando variação sazonal (Favretto et al. 2022) e a pressão diária ocasionada pela maré submergindo parte do ambiente, os indivíduos buscaram estabelecer a maior área para a busca de alimento, uma vez que essa influência da maré é um dos principais fatores para a alteração na disponibilidade de alimento e reduz do sucesso reprodutivo na espécie (Reinert et al 2007; Sandretti-Silva et al. 2024). Como resultado, os indivíduos possuem uma distribuição maior de área de vida compensando as alterações diárias do ambiente.

As áreas de vida (do período reprodutivo e não reprodutivo; Tabela 2) se estendem para além dos limites dos territórios dos respectivos casais, conforme delimitados por Bornschein (2013) para o mesmo período de 2006–2008, incorporando partes dos territórios de 1–6 casais (média de 3) e partes de mínimas sobras de ambientes não incluídas em territórios. Essa invasão a outros territórios é notável, pois há um custo energético aos indivíduos detectados em territórios alheios pelos respectivos ocupantes. Os encontros de invasores pelos ocupantes territoriais conduzem à vocalizações específicas, posturas corpóreas e à intensa perseguição

por parte de todos os indivíduos envolvidos no confronto, terminando com a fuga dos invasores (M.R. Bornschein obs. pess.).

Sandretti-Silva (2024) modelaram um suposto deslocamento de indivíduos da espécie no sentido de ambientes de pior qualidade para os de melhor qualidade, como na ilha do Jundiaquara. Esse deslocamento foi lançado como hipótese para explicar a razão de os 18 anos contínuos de estudos na ilha do Jundiaquara não terem confirmado um declínio projetado de 21% da população local para o período, na ausência desta movimentação (Sandretti-Silva 2024). A espécie teve a sua viabilidade populacional modelada, resultando na previsão de extinção para os próximos 30–50 anos (Sandretti-Silva 2024). Assim, reforçamos a hipótese do deslocamento através da elevada densidade de indivíduos, forçando à diminuição dos tamanhos dos territórios, mas não das áreas de vida, que poderiam se assemelhar à área dos territórios localmente, quando em condições “normais” de densidade.

As análises mostram que áreas de vida 95% e 50% para os períodos reprodutivo e não reprodutivo, apresentaram uma baixa variação em suas extensões, não ocorrendo uma diferença significativa entre elas para os diferentes períodos. A estabilidade das áreas de vida é consistente com o comportamento territorial de *F. acutirostris*, pois casais são conhecidos por realizarem a defesa territorial ao longo do ano, sem distinção entre os períodos reprodutivo e não reprodutivo (Reinert et al 2007), dessa forma as áreas de vida tendem a se manter estáveis durante os períodos. A sobreposição de áreas de vida 95%, com percentuais de sobreposição de 47% a 86%, indicam que em ambos os períodos a distribuição dos indivíduos ocorre em locais semelhantes, seguindo o raciocínio de estabilidade territorial da espécie.

Porém, áreas de vida analisadas através do kernel 50% mostram que há diferença significativa na sobreposição, com uma variação de 0,05% a 0,25%, sobrepondo menos entre os períodos reprodutivo e não reprodutivo do que áreas de vida 95%. Em outros trabalhos esta variação sazonal em áreas de vida 50% é tratada como resultado da sazonalidade na distribuição e abundância de recursos, e localização de sítios de nidificação (Burker & Nol 1998; Kolts & McRae 2017).

Del-Rio (2017) realizou a análise kernel para área de vida para *Formicivora paludicola* (Thamnophilidae), separando indivíduos machos e fêmeas em territórios diferentes, não tratando como possíveis casais como foi analisado neste estudo com indivíduos de *F. acutirostris*, uma vez que se tem conhecimento da formação de casais permanentes em Thamnophilidae que realizam a defesa do território (Zimmer e Isler

2003; Stutchbury et al. 2005; Duca et al. 2006; Reinert et al. 2007; Sandretti-Silva et al. 2024). Dessa forma, ao tratar os indivíduos de *F. paludicola* como solitários nas estimativas territoriais, Del-Rio (2017) pode não ter interpretado com precisão a área de vida da espécie.

CONCLUSÃO

A compreensão de variações sazonais nas áreas de vida é essencial para a conservação e manejo de diferentes espécies. *Formicivora acutirostris* possui áreas de vida estáveis, sem variações de área e localização entre período reprodutivo e não reprodutivo, possuindo sobreposições que comprovam o uso de determinadas áreas durante todo o ano.

A distribuição e extensão das áreas mostram que os indivíduos realizam invasões a territórios vizinhos, com alguns casais possuindo áreas de vida maiores que os próprios territórios. Isto nos mostra que a densidade alta de indivíduos na ilha faz com que seus territórios sejam reduzidos, havendo a necessidade de áreas maiores para a espécie. Assim, destaca-se a importância de estudo de áreas de vida para espécies ameaçadas de extinção, pois a partir de análises consistentes obtidas pelo método kernel (KDE), pode-se ter conhecimento quanto a distribuição e dinâmica da espécie, sendo características fundamentais para avaliar o risco de extinção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.D.M., & Sparovek, G. (2013) Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische zeitschrift*, 22(6), 711-728.
- Araújo-Lima, V. (2013) Tamanho do território de *Formicivora rufa* (Wied, 1831) (Passeriformes, Thamnophilidae) em uma área aberta de restinga no sudeste do Brasil. *Territory size of Formicivora rufa* (Wied, 1831) (Passeriformes, Thamnophilidae) in southeast Brazil. *Ambiência*, 9(3), 519–528.
- Atkinson, P.W., Thetford, U.K., Clark, N.A., Thetford, U.K., Espoz, C., Gonzalez, P.M., & Peck, M.K. (2007) Status of the Red Knot (*Calidris canutus rufa*) in the Western Hemisphere. *Studies in Avian Biology*, 36, 1–185.
- Banet, N.V., Fieberg, J., & Sorensen, P.W. (2022) Migration, homing and spatial ecology of common carp in interconnected lakes. *Ecology of Freshwater Fish*, 31(1), 164–176.

- Blair, W.F. (1942) Size of home range and notes on the life history of the Woodland Deer-Mouse and Eastern Chipmunk in northern Michigan. *Journal of Mammalogy*, 23(1), 27–36.
- Barbosa, K.V.D.C. (2020) Ecologia e comportamento das aves migratórias neotropicais austrais e a urbanização da Mata Atlântica do Brasil.
- Basille, M., Fortin, D., Dussault, C., Ouellet, J. P., & Courtois, R. (2013) Ecologically based definition of seasons clarifies predator–prey interactions. *Ecography*, 36(2), 220–229.
- Bhattacharyya, A. (1943) On a measure of divergence between two statistical populations defined by their probability distribution. *Bulletin of the Calcutta Mathematical Society*, 35, 99–110.
- Bornschein, M.R. (2013) Biologia da conservação do Bicudinho-do-brejo *Stymphalornis acutirostris* (aves, Thamnophilidae). Tese (Doutorado em Ecologia e Conservação) – Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Paraná.
- Bornschein, M.R.; Sandretti-Silva, G.; Sobotka, D.D.; Corrêa, L., Reinert, B.L.; Vannucchi, F. S. & Pie, M. R. (2024) Revision of the conservation status and assessment of the Green Status of the Parana Antwren *Formicivora acutirostris*, with management proposals. *Bird Conservation International*. No prelo.
- Brack, I.V. (2013) Abordagens metodológicas em área de vida de pequenos mamíferos: um estudo de caso com *Thrichomys pachyurus* (Rodentia: Echimyidae) no Pantanal sul-matogrossense.
- Braga, M.R. (2015) Mudanças climáticas e migração de aves (Tyrannidae) nas Américas. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Branch, T.A., Stafford, K.M., Palacios, D.M., Allison, C., Bannister, J.L., Burton, C.L.K., Cabrera, E., Carlson, C.A., Galletti Vernazzani, B., Gill, P.C., Huckle-Gaete, R., Jenner, K.C.S., Jenner, M.N.M., Matsuoka, K., Mikhalev, Y.A., Miyashita, T., Morrice, M.G., Nishiwaki, S., Sturrock, V.J., Tormosov, D., Anderson, R.C., Barker, A.N., Best, P.B., Borsa, P., Brownell JR, R.L., Childerhouse, S., Findlay, K.P., Gerrodette, T., Ilangakoon, A.D., & Warneke, R.M. (2007) Past and present distribution, densities and movements of blue whales *Balaenoptera musculus* in the Southern Hemisphere and northern Indian Ocean. *Mammal Review*, 37(2), 116–175.
- Brown, J.L., & Orians, G.H. (1970) Spacing patterns in mobile animals. *Annual review of ecology and systematics*, 239–262.
- Burke, D.M., & Nol, E. (1998) Influence of food abundance, nest-site habitat, and forest fragmentation on breeding ovenbirds. *The Auk*, 115(1), 96–104.

- Burt, W.H. (1943) Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of mammalogy*, 24(3), 346–352.
- Buzzetti, D.R.C., Belmonte-Lopes, R., Reinert, B.L., Silveira, L.F., & Bornschein, M.R. (2013) A new species of *Formicivora Swainson*, 1824 (Thamnophilidae) from the state of São Paulo. Brazil. *Rev Bras Ornitol*, 21(4), 269–291.
- Carpenter, F.L. (1987) The study of territoriality: Complexities and future directions. *American Zoologist*, 27(2), 401–409.
- Chou, C., Tu, J.Y., & Tan, P.H. (2007) Asymmetry of tropical precipitation change under global warming. *Geophysical Research Letters*, 34(17), n/a–n/a.
- Cohen, B.S., Prebyl, T.J., Collier, B.A., & Chamberlain, M.J. (2018) Home range estimator method and GPS sampling schedule affect habitat selection inferences for wild turkeys. *Wildlife Society Bulletin*, 42(1), 150–159.
- Del-Rio, G., Rego, M.A., Silveira, L.F., & Itoh, A. (2017) Plant invasion: Another threat to the Sao Paulo Marsh Antwren (*Formicivora paludicola*), a species on the verge of extinction. *Plos one*, 12(12), e0189465.
- Doody, J.P. (2001) Coastal conservation and management: an ecological perspective (Vol. 13). Springer Science & Business Media.
- Doswald, N., Willis, S.G., Collingham, Y.C., Pain, D.J., Green, R.E., & Huntley, B. (2009) Potential impacts of climatic change on the breeding and non-breeding ranges and migration distance of European Sylvia warblers. *Journal of Biogeography*, 36(6), 1194–1208.
- Dubois, N.M. (2016) História natural e efeito das mudanças climáticas no tamanho da ninhada de *Pyrocephalus rubinus* (Aves, Tyrannidae). Tese (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília.
- Duca, C., Guerra, T.J., & Marini, M.Â. (2006) Territory size of three Antbirds (Aves, Passeriformes) in an Atlantic Forest fragment in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23, 692–698.
- Duca, C., & Marini, M.Â. (2005) Territory size of the flavescent warbler, *Basileuterus flaveolus* (Passeriformes, Emberizidae), in a forest fragment in Southeastern Brazil. *Lundiana: International Journal of Biodiversity*, 6(1), 29–33.
- Favretto, M.A., Machado-de-Souza, T., Golec, C., Reinert, B.L., & Bornschein, M.R. (2022). Habitat selection in Many-colored Rush Tyrant (*Tachuris rubrigastra*) and Wren-like Rushbird (*Phleocryptes melanops*) in the subtropical salt marshes of Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 1–13.
- Fieberg, J., & Börger, L. (2012) Could you please phrase “home range” as a question?. *Journal of mammalogy*, 93(4), 890–902.

- Fieberg, J., & Kochanny, C.O. (2005) Quantifying home-range overlap: the importance of the utilization distribution. *The Journal of Wildlife Management*, 69(4), 1346–1359.
- Freiwald, J. (2009) Causes and consequences of the movement of temperate reef fishes. Dissertation, University of California, Santa Cruz, California, USA.
- Fujikawa, A. (2011) Área de vida de *Coryphospiza melanotis* e *Cistothorus platensis* no Brasil central e uma revisão sobre áreas de vida e territórios de aves na região Neotropical. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- Greenberg, R., & Gradwohl, J. (1986) Constant density and stable territoriality in some tropical insectivorous birds. *Oecologia*, 69, 618–625.
- Hemson, G., Johnson, P., South, A., Kenward, R., Ripley, R., & McDonald, D. (2005) Are kernels the mustard? Data from global positioning system (GPS) collars suggests problems for kernel home-range analyses with least-squares cross-validation. *Journal of Animal Ecology*, 455–463.
- Hu, S.K., Herrera, E.L., Smith, A.R., Pachiadaki, M.G., Edgcomb, V.P., Sylva, S.P., Chan, E.W., Seewald, J.S., German, C.R., & Huber, J.A. (2021) Protistan grazing impacts microbial communities and carbon cycling at deep-sea hydrothermal vents. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(29), e2102674118.
- Karr, J.R. (1976) Seasonality, resource availability, and community diversity in tropical bird communities. *The American Naturalist*, 110, 973–994.
- Kernohan, B.J., Gitzen, R.A., & Millspaugh, J.J. (2001) Analysis of animal space use and movements. In *Radio tracking and animal populations*. Academic Press, 125–166.
- Kolts, J.R., & McRae, S.B. (2017) Seasonal home range dynamics and sex differences in habitat use in a threatened, coastal marsh bird. *Ecology and evolution*, 7(4), 1101–1111.
- Laver, P.N., & Kelly, M.J. (2008) A critical review of home range studies. *The Journal of Wildlife Management*, 72(1), 290–298.
- Lloyd, P. (1999) Rainfall as a breeding stimulus and clutch size determinant in South African arid-zone birds. *Ibis*, 141(4), 637–643.
- Mathias, L.B., & Duca, C. (2016) Territoriality of six *Thamnophilidae* species in a cloud forest in southeastern Brazil. *The Wilson Journal of Ornithology*, 128(4), 752–759.
- Millspaugh, J.J., Gitzen, R.A., Kernohan, B.J., Larson, M.A., & Clay, C.L. (2004) Comparability of three analytical techniques to assess joint space use. *Wildlife Society Bulletin*, 32(1), 148–157.
- Monteiro, A. M. V., Câmara, G., Carvalho, M., & Druck, S. (2004) Análise espacial de dados geográficos. Brasília: Embrapa.

- Odum, E.P. & Kuenzler, E.J. (1955) Measurement of territory and home range size in birds. *The Auk*, 72, 128–137.
- Ofstad, E.G., Herfindal, I., Solberg, E.J., & Sæther, B.E. (2016) Home ranges, habitat and body mass: simple correlates of home range size in ungulates. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283(1845), 20161234.
- Paludo, D., Alves, M., dos Santos, R.S., Lemos, L., Zibetti, A.W., & Hensberge, H. (2022) Aves limícolas na praia do Parque Nacional da Lagoa do Peixe e do entorno: análise dos censos conduzidos entre os anos de 2012 e 2021. *Biodiversidade Brasileira*, 12(4).
- Pizo, M.A., & Melo, A.S. (2010) Attendance and co-occurrence of birds following army ants in the Atlantic rain forest. *The Condor*, 112(3), 571–578.
- Powell, R.A. (2000) Animal home ranges and territories and home range estimators. *Research techniques in animal ecology: controversies and consequences*, 442, 65–110.
- Reinert, B.L., Bornschein, M.R., & Belmont-Lopez, R. (2004) Conhecendo aves silvestres brasileiras. Cornélio Procópio, Grupo Ecológico Vida Verde de Cornélio Procópio, 166.
- Reinert, B.L., Bornschein, M.R., & Firkowski, C. (2007) Distribuição, tamanho populacional, hábitat e conservação do bicudinho-do-brejo *Stymphalornis acutirostris* Bornschein, Reinert e Teixeira, 1995 (Thamnophilidae). *Revista Brasileira de Ornitologia*, 15(4), 493–519.
- Reinert, B.L. (2008) Ecologia e comportamento do bicudinho-do-brejo (*Stymphalornis acutirostris* Bornschein, Reinert & Teixeira, 1995 – Aves, Thamnophilidae). Tese de doutoramento: Rio Claro: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.
- Reiss, M.J. (1988) Body size and home range area. *Trends Ecol Evol*, 3, 85–86.
- Reppert, S.M., & de Roode, J.C. (2018) Demystifying monarch butterfly migration. *Current Biology*, 28(17), 1009–1022.
- Rizzatti, M., Batista, N.L., Spode, P.L.C., Erthal, D.B., de Faria, R.M., Scotti, A.A.V., Trentin, R., Petsch, C., Costa, I.T., & Quoos, J.H. (2020) Mapeamento da COVID-19 por meio da densidade de Kernel. *Metodologias e Aprendizado*, 3, 44–53.
- Robinson, W.D., J.D. Brawn, and S.K. Robinson. (2000) Forest bird community structure in central Panama: Influence of spatial scale and biogeography. *Ecological Monographs*, 70, 209–235.
- Rolando, A. (2002) On the ecology of home range in birds. *Revue d'écologie*, 57(1), 53–73.

- Root, T.L., Price, J.T., Hall, K.R., Schneider, S.H., Rosenzweig, C., & Pounds, J.A. (2003) Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature*, 421(6918), 57–60.
- Rosa, C.D.L.P. (2021) Áreas de vida de botos-cinza, *Sotalia guianensis* (Van Bénéden, 1864), na Baía de Sepetiba (RJ). Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas - Biologia Marinha) - Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Sandretti-Silva, G., Vannucchi, F.S., Teixeira, L., Tan, T.Y., Mori, G.M., Reinert, B.L., & Bornschein, M.R. (2024) Short-term extinction predicted by population viability analysis for a Neotropical salt marsh endemic bird. *Environmental Monitoring and Assessment*, 196(6), 520.
- Seaman, D.E., & Powell, R.A. (1996) An evaluation of the accuracy of kernel density estimators for home range analysis. *Ecology*, 77(7), 2075–2085.
- Silverman, B.W. (2018) Density estimation for statistics and data analysis. Routledge.
- Sobotka, D.D. (2011) Comportamento de casais e estudo de paternidade em uma parcela da população de Bicudinhos-do-Brejo (*Stymphalornis acutirostris* – Thamnophilidae - Aves), em Guaratuba, Paraná, Brasil. Tese (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Paraná.
- Souza, N.D., Silva, E.M.G.C., Teixeira, M.D., Leite, L.R., Reis, A.D., Souza, L.D., Junior, F.W.A., & Resende, T.A. (2013) Aplicação do Estimador de Densidade kernel em Unidades de Conservação na Bacia do Rio São Francisco para análise de focos de desmatamento e focos de calor. *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 16, 4958–4965.
- Stouffer, P.C. (2007) Density, territory size, and long-term spatial dynamics of a guild of terrestrial insectivorous birds near Manaus, Brazil. *The Auk*, 124, 291–306.
- Stutchbury, B.J.M., B.E. Woolfenden, B.C. Fedy, and E.S. Morton. (2005) Nonbreeding territorial behavior of two congeneric antbirds, Chestnut-Backed Antbird (*Myrmeciza exsul*) and White-Bellied Antbird (*M. longipes*). *Ornitologia Neotropical*, 16, 397–404.
- Suraci, J.P., Smith, J.A., Chamaillé-Jammes, S., Gaynor, K. M., Jones, M., Luttbeg, B., Ritchie, E.G., Sheriff, M.J., & Sih, A. (2022) Beyond spatial overlap: harnessing new technologies to resolve the complexities of predator–prey interactions. *Oikos*, 2022(8), e09004.
- Terborgh, J., Robinson, S.K., Parker III, T. A., Munn, C. A. & Pierpont, N. (1990) Structure and organization of an Amazonian forest bird community. *Ecological Monographs*, 60, 213–238.

- Van Beest, F.M., Rivrud, I.M., Loe, L.E., Milner, J.M., & Mysterud, A. (2011) What determines variation in home range size across spatiotemporal scales in a large browsing herbivore?. *Journal of Animal Ecology*, 80(4), 771–785.
- Walther, G.R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J., Fromentin, J.M., Hoegh-Guldberg, O., & Bairlein, F. (2002) Ecological responses to recent climate change. *Nature*, 416(6879), 389–395.
- Winkler, D.W.; Billerman, S.M. & Lovette, I.J. (2020) Typical antbirds (Thamnophilidae), version 1.0. In S.M. Billerman, B.K. Keeney, P.G. Rodewald, & T.S. Schulenberg (Eds.) *Birds of the world*. Cornell Lab of Ornithology, 10.
- Worton, B.J. (1987) A review of models of home range for animal movement. *Ecological Modelling*, 38, 277–298.
- Zimmer, K. J., & Isler, M. L. (2003). Family Thamnophilidae (typical antbirds). *Handbook of the birds of the world*, 8, 448–681.

Tabela 1. Número de localizações obtidas de indivíduos pareados de *Formicivora acutirostris* da ilha do Jundiaguara, baía de Guaratuba, Paraná.

Ano	Período reprodutivo (setembro- fevereiro)		Período não reprodutivo (abril-agosto)	
	Número de localizações	Dias de amostragem	Número de localizações	Dias de amostragem
2006	0	0	79	17
2007	214	31	299	28
2008	289	26	114	15
Total	503	57	492	60

Tabela 2. Áreas de vida (AV) de casais de *Formicivora acutirostris* no período reprodutivo (rep; setembro a fevereiro) e não reprodutivo (nrep; março a agosto) na ilha do Jundiaguara, baía de Guaratuba, Paraná, entre março de 2006 a dezembro de 2008, com base na Estimativa de Densidade Kernel (KDE) e raio de influência do ponto de 21,9 m. A sobreposição indica o percentual que a convergência da AV do período rep e nrep significa de toda a AV do período rep. O Índice de Bhattacharyya (IB) valora a sobreposição, variando de zero (nenhuma sobreposição) a um (sobreposição total). A síntese indica somente o intervalo ou o intervalo (média $\pm$ desvio padrão).

Casal	Localizações		95%					50%			
	rep	nrep	rep + nrep (ha)	rep (ha)	nrep (ha)	Sobreposição (%)	IB	rep (ha)	nrep (ha)	Sobreposição (%)	IB
Acelerado	55	48	1,54	1,25	1,23	79	0,79	0,08	0,04	08	0,11
Azulzinho	29	38	1,66	1,21	1,25	47	0,46	0,17	0,24	50	0,43
Capim serra	34	24	1,21	0,92	0,86	53	0,56	0,25	0,14	16	0,22
Herbacinho	26	70	0,80	0,66	0,78	86	0,79	0,12	0,13	64	0,60
Mãezinha	61	49	1,12	0,95	1,03	73	0,71	0,20	0,17	35	0,38
Magenta	72	50	1,35	1,34	0,93	53	0,64	0,13	0,13	16	0,16
Mão de borracha	44	21	0,97	0,68	0,65	55	0,57	0,11	0,08	28	0,34
Ponta L	43	40	0,99	0,97	0,99	77	0,76	0,09	0,17	40	0,29
Riozinho	12	31	0,93	0,58	0,83	69	0,58	0,05	0,12	40	0,25
Rosaldo	37	19	0,92	0,77	0,87	72	0,70	0,22	0,08	31	0,53
Rosinha	41	68	0,93	0,74	0,93	85	0,76	0,15	0,09	57	0,76
Velho	49	34	1,06	0,85	0,97	57	0,54	0,08	0,09	92	0,86
Síntese	12–72 (41,92 $\pm$ 16,23)	19–70 (41,00 $\pm$ 16,78)	0,80–1,66 (1,12 $\pm$ 0,27)	0,58–1,25 (0,91 $\pm$ 0,25)	0,65–1,25 (0,94 $\pm$ 0,17)	47–86	0,46–0,79 (0,66 $\pm$ 0,11)	0,05–0,25 (0,14 $\pm$ 0,06)	0,04–0,24 (0,12 $\pm$ 0,05)	08–92	0,11–0,86 (0,41 $\pm$ 0,24)

Figuras

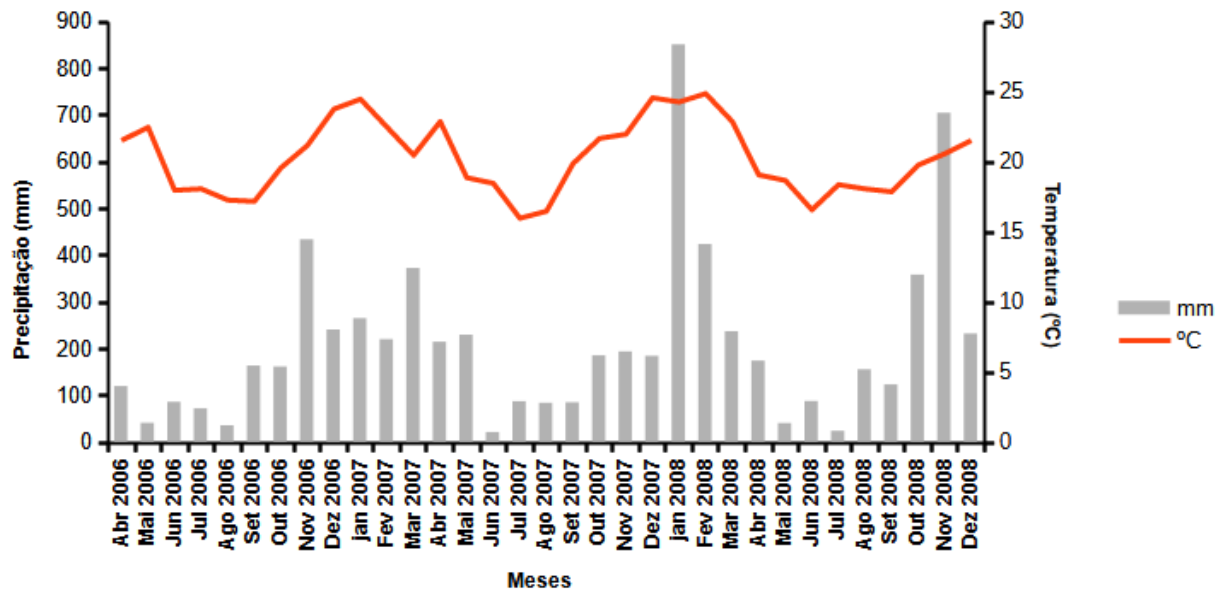


Figura 1. Gráfico de precipitação e temperatura média para os meses durante o período de estudo (abril de 2006 a dezembro de 2008) (SIMEPAR).

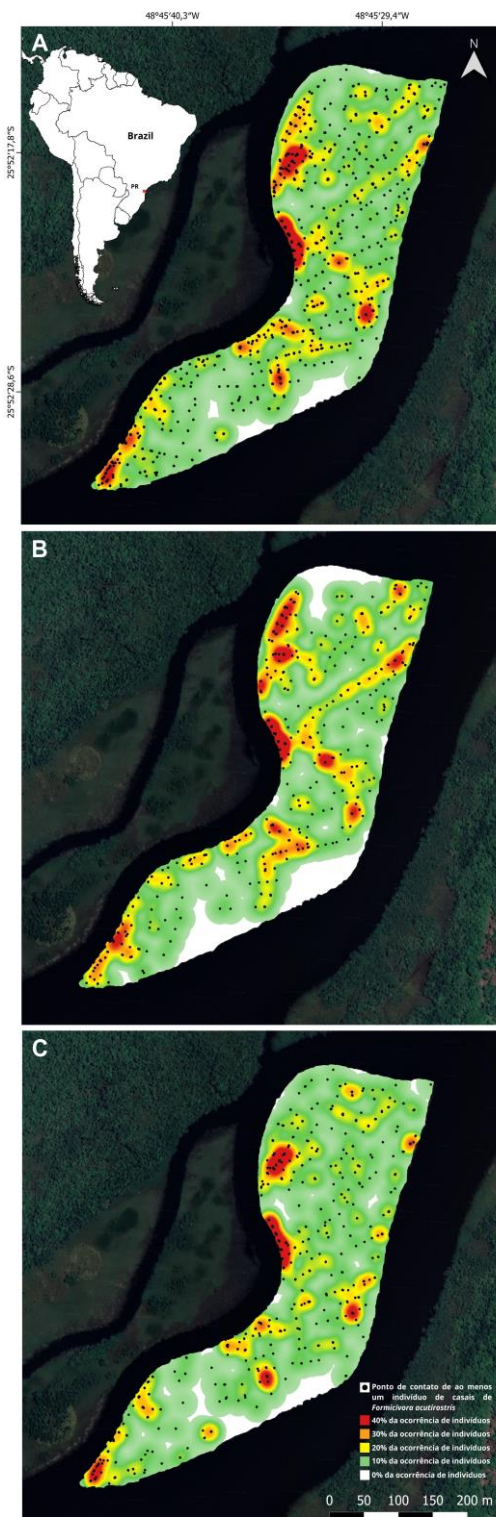


Figura 2. Estimativas de densidade Kernel 95% dos indivíduos pareados de *F. acutirostris* da ilha do Jundiáquara, baía de Guaratuba, Paraná. A. Kernel incluindo todas as localizações da espécie. B. Kernel incluindo as localizações do período reprodutivo (setembro a fevereiro). C. Kernel incluindo as localizações do período não reprodutivo (março a agosto). Pontos pretos representam cada ponto de localização de indivíduo registrado. Áreas em vermelho representa 40% da ocorrência de indivíduos, laranja 30%, amarelo 20%, verde 10% e áreas em branco representam 0% da ocorrência de indivíduos (e.g., Powell [2000]), com adaptações da retirada de superfície de água. Shapefile da América do Sul fornecido pelo IBGE.

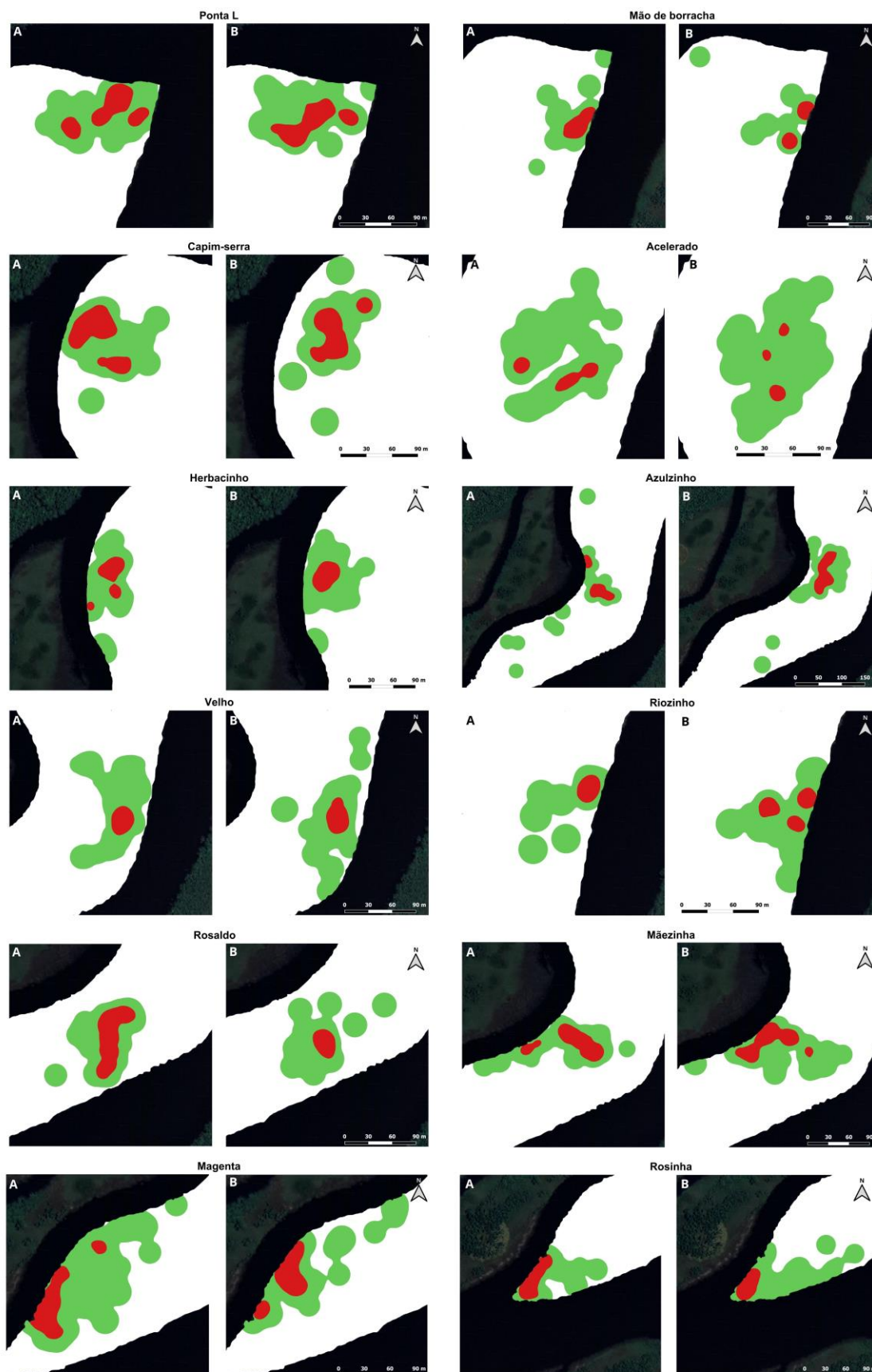


Figura 3. Área de vida dos 12 casais de *F. acutirostris* no período reprodutivo (A) e não reprodutivo (B) na ilha do Jundiáquara, baía de Guaratuba, Paraná, estimadas por Kernel 50% (polígonos vermelhos) e Kernel 95% (polígonos verdes) (e.g., Rosa [2021]), com adaptações da retirada de superfície de água.

Material Suplementar

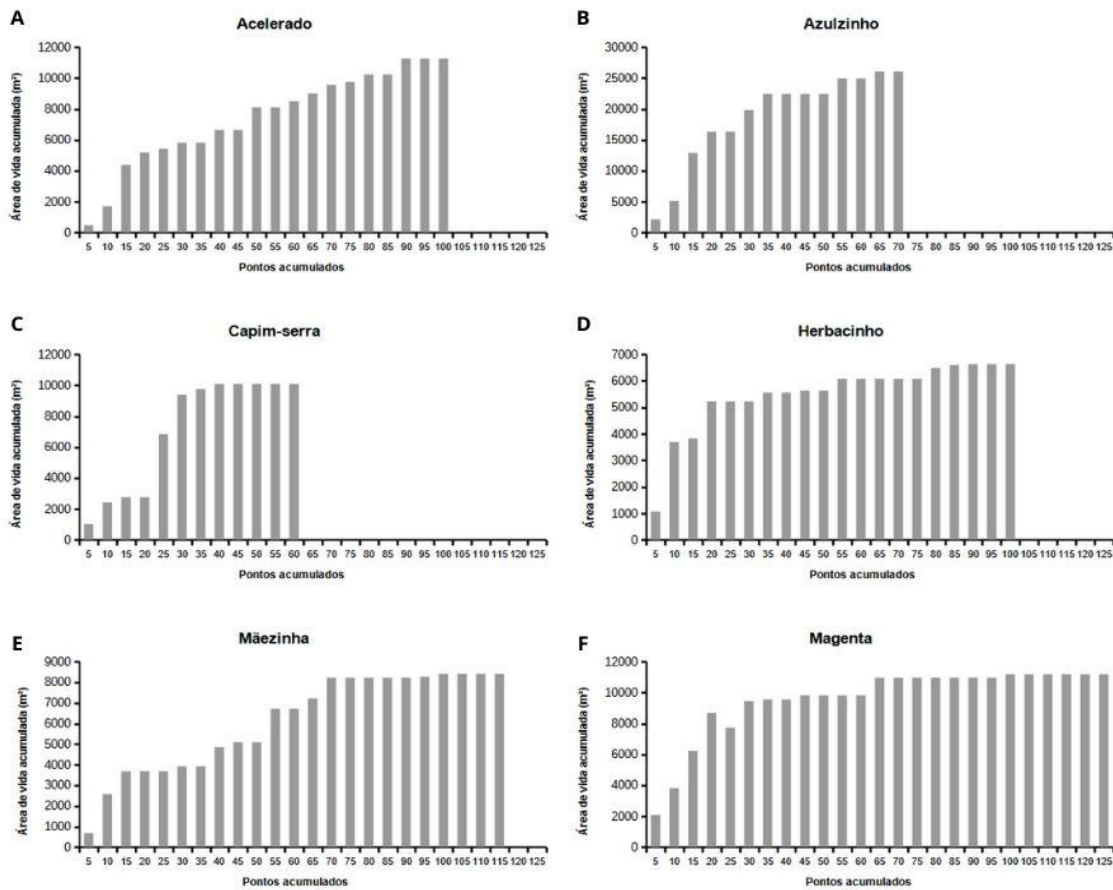


Figura S1. Tamanho acumulado da área de vida (AV) (m²) de seis casais de *Formicivora acutirostris* (Acelerado, Azulzinho, Capim-serra, Herbacinho, Mãezinha e Magenta) da ilha do Jundiaquara, baía de Guaratuba, Paraná, ao longo de meses de coleta de localizações. As áreas de vida foram calculadas pelo método do Mínimo Polígono Convexo (MPC; e.g., Worton [1987]), com adaptação da retirada de superfície de água.

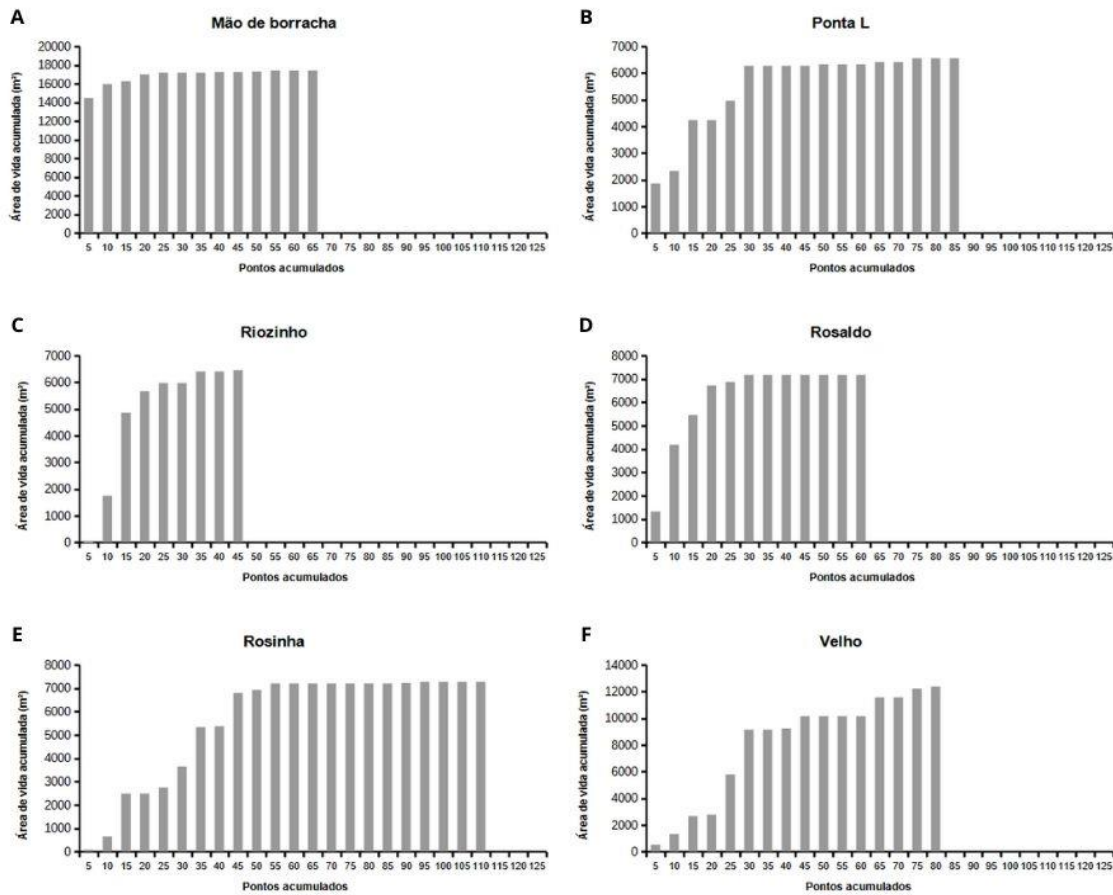


Figura S2. Tamanho acumulado da área de vida (AV) (m²) de seis casais de *Formicivora acutirostris* (Mão de borracha, Ponta L, Riozinho, Rosaldo, Rosinha e Velho) da ilha do Jundiaquara, baía de Guaratuba, Paraná, ao longo de meses de coleta de dados. As áreas de vida foram calculadas pelo método do Mínimo Polígono Convexo (MPC; e.g., Worton [1987]), com adaptação da retirada de superfície de água.