

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS

BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

VICTORIA MAIA SANTIAGO

DENSIDADE E PADRÃO DE ATIVIDADE DO GATO-MARACAJÁ (*Leopardus
wiedii*) E GATO-DO-MATO-DO-SUL (*Leopardus guttulus*) NO PARQUE
ESTADUAL DE ITAPUÃ, RS, BRASIL

Porto Alegre, 29 de novembro de 2021.

VICTORIA MAIA SANTIAGO

DENSIDADE E PADRÃO DE ATIVIDADE DO GATO-MARACAJÁ (*Leopardus
wiedii*) E GATO-DO-MATO-DO-SUL (*Leopardus guttulus*) NO PARQUE
ESTADUAL DE ITAPUÃ, RS, BRASIL

Trabalho de conclusão de curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do título
Bacharel em Ciências Biológicas na
Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Flávia Pereira Tirelli

Coorientadora: Tatiane Campos Trigo

Porto Alegre, 29 de novembro de 2021.

AGRADECIMENTOS

Esse estudo é apenas uma pequena parte de um grande trabalho que envolve muitas pessoas, cada uma contribuindo com uma parte, e sem elas não teria se concretizado. Por isso, preciso começar agradecendo ao pessoal do setor de Mastozoologia do Museu de Ciências Naturais: a Tatiane Trigo por ter me inserido no laboratório, acreditando em mim e no potencial da nossa parceria, por tudo que me ensinou (e ainda ensina) e por fazer de mim uma “felinóloga”; as colegas de bolsa e amigas Júlia Ilha e Laura Alfaya, por todo o apoio e ajuda, desde as triagens e identificações, até as fofocas e chororô, sou grata pela grande amizade que construímos ao longo desses anos; a Márcia Jardim e ao Mariano Pairet por todas as risadas, perrengues em campo e ensinamentos. A FZB vive em nós e em tudo que construímos e isso não será extinto.

A Flávia Tirelli por ter topado participar e por tudo que agregou, espero que este tenha sido o início de uma longa parceria nos estudos dos gatinhos.

Ao Henrique, Dayse e toda equipe do Parque Estadual de Itapuã.

A minha família, em especial minha mãe Cláudia e meu padrasto Daltro que me apoiaram nesses longos anos de estudo e me incentivam a continuar.

Ao meu namorado Andrio, por saber tornar os dias mais leves mesmo nos (muitos) momentos de estresse.

A todos os amigos, colegas de curso e parceiros de campo que de alguma forma contribuíram para este trabalho e para a minha formação.

Ao CNPq/PIBIC que me concedeu a bolsa de iniciação científica que me levou a construção desse trabalho.

E agradeço também aos gatos silvestres, domésticos, grandes e pequenos, afinal, sem eles eu não seria a “Vic dos gatos”. Que este trabalho contribua para a compreensão e conservação destes bichinhos incríveis.

SUMÁRIO

Introdução	7
Materiais e Métodos	9
Área de Estudo	9
Amostragem	10
Modelo de densidade	11
Padrão de atividade	12
Resultados	13
Discussão	15
Agradecimentos	17
Referências	17
Tabela 1	26
Tabela 2	27
Figura 1	28
Figura 2	29
Figura 3	30

**Densidade e padrão de atividade do gato-maracajá (*Leopardus wiedii*)
e gato-do-mato-do-sul (*Leopardus guttulus*) no Parque Estadual de
Itapuã, RS, Brasil**

Victoria Maia Santiago^{1*}, Flávia Pereira Tirelli¹ and Tatiane Campos
Trigo²

¹*Bird and Mammal Evolution, Systematics and Ecology Lab, Instituto de Biociências,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil;* ²*Museu de Ciências
Naturais, Secretaria Estadual do Meio Ambiente, Porto Alegre, Brasil*

*Autor correspondente: Victoria Maia Santiago, santiagovictoriax3@gmail.com

Este trabalho foi redigido seguindo as regras de
formatação para submissão na Revista *Studies
on Neotropical Fauna and Environment*.

Densidade e padrão de atividade do gato-maracajá (*Leopardus wiedii*) e gato-do-mato-do-sul (*Leopardus guttulus*) no Parque Estadual de Itapuã, RS, Brasil

Estimativas populacionais e diferenças no uso de nichos temporais entre espécies simpátricas são frequentemente usadas para descrever a estrutura das comunidades e explicar a coexistência de espécies semelhantes. No presente estudo, foi avaliada a densidade populacional e os padrões de atividade circadiana de *Leopardus wiedii* e *L. guttulus*, em uma unidade de conservação no Estado do Rio Grande do Sul, o Parque Estadual de Itapuã. A partir de dados obtidos por armadilhas fotográficas, comparamos cinco modelos de densidade para cada espécie e selecionamos o mais ajustado. Os padrões de atividade circadiana das espécies foram avaliados através da análise circular e comparados a fim de estimar a intensidade de sobreposição de nicho temporal. As estimativas de densidade obtidas com os melhores modelos foram de $12 \pm 5,6$ indivíduos/100 km² para *L. wiedii* e $9,8 \pm 5,1$ indivíduos/100 km² para *L. guttulus*. Houve diferença significativa entre os padrões de atividade das duas espécies, onde *L. wiedii* apresentou atividade predominantemente noturna, enquanto que *L. guttulus* apresentou um padrão de atividade catemeral. Nossos resultados indicaram uma densidade populacional similar entre as espécies na área de estudo e uma segregação temporal que pode estar relacionada com a redução de uma potencial competição intraguilda.

Palavras-chave: Captura e recaptura espacial, felídeos neotropicais, ritmo circadiano.

Introdução

Compreender as características ecológicas populacionais das espécies é fundamental para traçar estratégias efetivas de conservação (Caughley 1977; Kerr 1997). Relações interespecíficas podem, por exemplo, afetar o status das populações de mamíferos carnívoros (Burrows 1995). Estimativas populacionais e as diferenças entre as espécies simpátricas no uso de nichos temporais, tróficos e espaciais são frequentemente usadas para descrever a estrutura das comunidades e explicar a coexistência de espécies semelhantes (Massara et al. 2016; Toretta et al. 2016; Stetz et al. 2019).

Mesocarnívoros são importantes direcionadores da função, da estrutura e das dinâmicas do ecossistema, podendo ocupar papéis únicos que não podem ser

preenchidos por carnívoros de maior porte (Massara et al. 2016). Os integrantes da família Felidae são morfologicamente similares (Kitchener et al. 2011), muitas vezes ocorrendo em simpatria (Nagy-Reis et al. 2017) e competindo pelos mesmos recursos (Moreno et al. 2006; Seibert et al. 2015; Kasper et al. 2016; Massara et al. 2016; Herrera et al. 2018). Esses fatores muitas vezes são determinantes da abundância, do uso do espaço e do padrão de atividade das diferentes espécies (Schoener 1974; Donadio & Buskirk 2006; MacDonald et al. 2011). Diferenças nestes padrões podem propiciar a coexistência de espécies similares ao reduzir uma potencial competição intraguilda (Massara et al. 2016; Toretta et al. 2016; Stetz et al. 2019).

O gato-maracajá (*Leopardus wiedii*) e o gato-do-mato-do-sul (*Leopardus guttulus*) são duas das oito espécies de felídeos silvestres que ocorrem no estado do Rio Grande do Sul. Essas espécies possuem tamanho corporal similar (2,3 - 4,9 kg e 1,7 - 3,4 kg, respectivamente) (Kitchener et al. 2011), apresentam sobreposição em suas áreas de distribuição geográfica (Sunquist & Sunquist 2002; Trigo et al. 2013a) e compartilham a maior porção de seus recursos alimentares (Wang 2002; Seibert et al. 2015), o que as tornam um bom modelo para entender como se dá a coexistência de espécies semelhantes. Entretanto, existem poucas estimativas sobre abundância e densidade populacional destes felídeos nas regiões em comum de suas distribuições geográficas (Oliveira-Santos et al. 2012; Kasper et al. 2016; Horn et al. 2020) e nenhum estudo avaliou comparativamente de forma concomitante a densidade das duas espécies em áreas de simpatria. No Rio Grande do Sul, um estudo recente de densidade populacional com *L. wiedii* em diversas áreas, estimou 9.6 ± 6.4 indivíduos/100 km² na região metropolitana de Porto Alegre (Horn et al. 2020). Para *L. guttulus*, a densidade populacional na região central do Estado foi estimada em cerca de 8 indivíduos/100 km² (Kasper et al. 2016). Quanto ao padrão de atividade, *L. wiedii* tende a apresentar

atividade predominantemente noturna em diversas áreas de sua ocorrência (Vanderhoff et al. 2011; Pérez-Irineo & Santos-Moreno 2016; Pérez-Irineo et al. 2017; Cruz et al. 2018). No entanto, estudos com *L. guttulus* apontam para uma maior flexibilidade na atividade temporal da espécie, que muitas vezes apresenta um padrão de atividade catemeral (Tortato & Oliveira 2005; Oliveira et al. 2010; Oliveira-Santos et al. 2012; Cruz et al. 2018; Linck et al. 2021).

O objetivo deste trabalho é avaliar de forma comparativa a densidade populacional e os padrões de atividade circadiana de *L. wiedii* e *L. guttulus*, em uma unidade de conservação no Estado do Rio Grande do Sul, o Parque Estadual de Itapuã. É esperado que: (i) as duas espécies irão apresentar valores similares de densidade populacional; e (ii) que *L. wiedii* apresente um padrão de atividade mais noturno, e *L. guttulus* seja mais catemeral, considerando os padrões de atividade documentados para as espécies em outras localidades de suas ocorrências.

Materiais e métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado na Unidade de Conservação (UC) Parque Estadual de Itapuã (PEI), localizada no distrito de Itapuã, em Viamão, Rio Grande do Sul (30°20'6"S, 51°03'12"O) (Figura 1A). O PEI possui cerca de 5.566 ha, é banhado pelo Lago Guaíba e pela Lagoa dos Patos e constitui uma unidade de proteção integral, onde não é permitida a utilização de seus recursos naturais. Está inserido no ecótono entre o Pampa Brasileiro e o limite sul da Mata Atlântica. Apresenta vegetação diversificada, com a presença de campo rupestre, mata de restinga, formações florestais, banhado (Rio Grande do Sul 1996) e um solo arenoso com extensos campos de dunas (Scherer et al. 2005). O PEI foi criado em 1973 e, após ter ficado mais de dez anos fechado, foi reaberto em 2002 para visitação (SEMA 2020). Sua área de entorno é urbanizada, com

atividades agropecuárias, comerciais e industriais, e alto fluxo de turistas, principalmente no verão, que fazem uso das trilhas e praias dentro e fora do Parque. No Estado do Rio Grande do Sul, muitos ambientes de florestas naturais já foram ou estão sendo perdidos devido ao processo de fragmentação florestal (Pilar & Lange 2015). Apenas 0,9% do Pampa está protegido em Unidades de Conservação de proteção integral (MMA 2020) e a Mata Atlântica é o bioma brasileiro que mais sofreu com a fragmentação florestal para fins econômicos, restando apenas 12% da sua área original (Ribeiro et al. 2009; INPE 2018). Devido a esta perda de habitat, dentre outros fatores, *L. wiedii* e *L. guttulus* estão caracterizados como "Vulnerável" no Estado do Rio Grande do Sul (Estado do Rio Grande do Sul 2014; de Oliveira et al. 2015; de Oliveira et al. 2016).

Amostragem

O método utilizado para o estudo dos felídeos no PEI foi o de armadilhamento fotográfico. A amostragem realizada está incluída em um estudo de monitoramento em longo prazo dos mamíferos de médio e grande porte do PEI, desenvolvido pelo setor de Mastozoologia do Museu de Ciências Naturais do Rio Grande do Sul - SEMA. O monitoramento iniciou no mês de dezembro de 2018 e mantém-se até o momento, por meio de 25 estações amostrais com câmeras posicionadas em uma grade com quadrículas de 1 km² e distanciamento mínimo de 500 metros entre cada estação (Figura 1B). Para a condução deste estudo foi selecionado um período de aproximadamente 3,5 meses de amostragem (9 de maio até 27 de agosto de 2019), considerando a necessidade de se trabalhar com populações fechadas nas análises de densidade populacional (Otis et al. 1978; Balme & Slotow 2009). O período aproximado de três meses já foi utilizado em outros estudos voltados à avaliação de densidades populacionais em felídeos de pequeno porte (de la Torre et al. 2016; Tirelli et al. 2019; Horn et al. 2020). As estações

amostrais não continham iscas e as armadilhas foram presas em árvores a cerca de 30 cm do solo, em trilhas e/ou próximas a locais onde houvesse evidências de mamíferos silvestres (fezes, pegadas, arranhões em árvores, tocas, etc.). As câmeras foram programadas para o modo vídeo (10 segundos) e se mantiveram ativas por 24 horas por dia. Para todos os registros foram obtidas informações de data e horário da captura.

Modelos de densidade

Os registros obtidos para cada espécie foram identificados individualmente a partir do padrão único de manchas observado em cada indivíduo. Como utilizamos apenas uma câmera por estação amostral, a identificação foi feita com base no lado dos flancos dos animais com maior número de registros. Para cada espécie foram organizadas planilhas com os históricos de captura dos indivíduos, das armadilhas fotográficas e da relação entre esses ao longo do período amostrado. A ocasião definida para esses históricos foi de um dia (24h). Posteriormente, foram realizadas estimativas de densidade populacional a partir de modelos de captura-recaptura espacial (SCR) (Royle et al. 2013) utilizando o pacote *SECR*, versão 3.1.6 (Efford 2021) no programa R (R Core Team 2020). Para o cálculo da densidade, foi construída no programa ArcMap, uma máscara da área de amostragem efetiva, com uma grade com espaçamento de 100 metros definindo os possíveis centros de atividade dos indivíduos, e um buffer de 5 km a partir de cada estação amostral. Pontos representando os possíveis centros de atividade localizados em áreas inapropriadas para a ocorrência da espécie (água, por exemplo) foram excluídos da máscara. O valor de 5 km foi utilizado para ambas as espécies com base no cálculo de cinco vezes o parâmetro de movimento (sigma) detectado. Diferentes tamanhos de buffers foram testados até que a probabilidade de detecção na borda da máscara fosse mínima. A máscara resultante compreendeu uma área total de 124.825 km².

Foram testados quatro modelos considerando variáveis relacionadas com o comportamento dos indivíduos sobre parâmetros de detecção (g_0) ou movimento (σ), além de um modelo nulo (n , sem variáveis). Os modelos com as variáveis comportamentais incluem a avaliação da influência de respostas aprendidas pelos indivíduos sobre o cálculo da densidade. Esta resposta inclui uma mudança de comportamento após a primeira detecção do animal, que faz com que ele passe a evitar o ponto de amostragem ou a visitar mais intensivamente este ponto (Royle et al. 2011). Os quatro modelos avaliados foram: (i) modelo b , resposta comportamental poderia afetar de modo geral o parâmetro de detecção; (ii) modelo bb , os parâmetros de detecção e de movimento são afetados de modo geral pela resposta aprendida; (iii) modelo bk , o parâmetro de detecção é afetado apenas em algumas estações amostrais específicas; (iv) modelo bk_2 , ambos parâmetros de detecção e movimento são afetados apenas em algumas estações. Os desempenhos dos modelos foram testados utilizando o Critério de Informação Akaike (AIC) (Akaike 1974) considerando ajustados aqueles modelos com $\Delta AIC \leq 2$ (Burnham & Anderson 2002).

Padrão de atividade

Os padrões de atividade das duas espécies foram avaliados primeiramente por meio da análise circular utilizando-se o pacote *circular*, versão 0.4-93 (Agostinelli & Lund, 2017) no programa R (R Core Team 2020). Para esta análise, consideramos como registros independentes apenas aqueles obtidos para a mesma espécie, em um mesmo ponto, com intervalo de 30 minutos entre registros subsequentes. Esta triagem inicial foi realizada com objetivo de evitar a inclusão de vários registros de um mesmo indivíduo (Kelly & Holub 2008; Monterroso et al. 2014; Torretta et al. 2016). Os horários obtidos nos vídeos foram corrigidos para hora solar com os pacotes *overlap*, versão 0.3.4 (Ridout & Linkie 2009; Meredith & Ridout 2021) e *maptools*, versão 1.1-2 (Bivand &

Lewin-koh 2021). Na análise circular, o teste de Rao's Spacing foi utilizado para verificar a uniformidade da distribuição dos registros ao longo do período de 24 horas. Valores significativos do teste de Rao's Spacing ($p < 0,05$) indicam uma concentração dos registros em determinado período do dia, enquanto valores não significantes indicam não haver evidências que descartem a existência de um padrão de atividade uniforme, ou seja, de catemeralidade. A partir da análise circular, também obteve-se a média angular dos dados (horário médio de atividade) e os valores do comprimento do vetor médio (r) como indicativo do grau de concentração dos dados. Estes últimos valores podem variar de zero a um, sendo que valores baixos indicam uma maior dispersão dos dados ao redor da média e valores altos representam uma maior concentração dos dados próximos à média angular.

A intensidade da sobreposição entre os períodos de atividade de cada espécie foi estimada pelo coeficiente de sobreposição (Dhat1 para amostras < 50), com valores que podem variar de 0 (nenhuma sobreposição) a 1 (sobreposição total), sendo valores menores que 0,5 considerados baixos, entre 0,5 e 0,75 considerados intermediários e valores acima de 0,75 considerados como altos (Monterroso et al. 2014). Foi calculado o intervalo de confiança (CI) por 1000 bootstraps também com o pacote *overlap*, versão 0.3.4 (Ridout & Linkie 2009; Meredith & Ridout 2021). Para definição das linhas de nascer e pôr do sol no gráfico de sobreposição, foram coletados dados de nascer e pôr do sol para o município e período de amostragem (www.sunrise-and-sunset.com), e posteriormente calculou-se a média desses valores. Diferenças entre os padrões de atividade obtidos para cada espécie foram testadas estatisticamente com o teste de homogeneidade de duas amostras de Watson (U^2) com o pacote *circular*, versão 0.4-93 (Agostinelli & Lund, 2017).

Resultados

Durante o período amostral foram obtidos 65 registros de pequenos felídeos, 46 registros de *L. wiedii*, 14 registros de *L. guttulus* e 5 registros não identificados a nível de espécie que foram desconsiderados das análises. O esforço amostral foi de 2069 armadilhas/noite. O sucesso de captura foi 2,22% para *L. wiedii* e 0,67% para *L. guttulus*.

Foram identificados cinco indivíduos de *L. wiedii* em 11 estações amostrais e 31 recapturas durante o período amostral, sendo possível observar gônadas masculinas em dois indivíduos. A distância máxima de movimento observado para a espécie foi de 2,91 km. Os modelos considerando a resposta comportamental apenas em localidades específicas (bk e bk2) foram os mais ajustados para a estimativa de densidade populacional da espécie, sendo o mais ajustado o modelo bk que considera a influência da resposta aprendida apenas sobre o parâmetro de detecção, com peso superior a 73% (Tabela 1). A estimativa de densidade obtida com este modelo foi de $12 \pm 5,6$ indivíduos/100km² (5,03 - 28,79 indivíduos/100 km² IC).

Foram identificados quatro indivíduos de *L. guttulus* em cinco estações amostrais diferentes e 10 recapturas durante o período amostral, sendo um indivíduo melânico. A distância máxima de movimento observado para a espécie foi de 1,39 km. Igualmente a outra espécie estudada, o modelo mais ajustado para *L. guttulus* foi o que considera a influência da resposta comportamental sobre o parâmetro de detecção (bk), com peso superior a 63% (Tabela 1). A estimativa de densidade populacional obtida com este modelo foi de $9,8 \pm 5,1$ indivíduos/100 km² (3,74 - 25,82 indivíduos/100 km² IC).

Quanto ao padrão de atividade, *L. wiedii* teve sua atividade média registrada às 23h27min (Figura 2A), com elevada concentração de atividade em horários próximos à média como indicado pelo comprimento do vetor médio ($r = 0,608$). De acordo com a

análise circular, a espécie apresentou um período de atividade não uniformemente distribuído ao longo do dia (Rao's Spacing = 192,66, $p < 0,001$), com concentração dos registros observada no período noturno (Tabela 2). *L. guttulus* apresentou um horário médio de atividade às 22h10min (Figura 2B) e comprimento do vetor médio baixo indicando uma maior dispersão dos dados ao redor da média ($r = 0,143$). Segundo a análise circular, a espécie pode ser classificada como catemeral durante o período de estudo no PEI, com atividade mais uniformemente distribuída ao longo do dia (Rao's Spacing = 112,42; $p > 0,1$) (Tabela 2). A intensidade de sobreposição de nicho temporal entre as duas espécies foi moderada (Dhat1 = 0,62; 0,43 - 0,81 IC) e houve diferença significativa entre os padrões de atividade observados para as duas espécies no período de amostragem ($U^2 = 0,257$; $p < 0,05$) (Figura 3).

Discussão

Este estudo estimou a densidade populacional e os padrões de atividade circadiana de duas espécies de pequenos felídeos florestais em uma área de co-ocorrência. Poucos estudos prévios estimaram a abundância e densidade populacional destes dois felídeos nas áreas em comum de suas distribuições geográficas (Oliveira-Santos et al. 2012; Kasper et al. 2016; Horn et al. 2020).

Os nossos resultados corroboram com as predições definidas inicialmente: (i) as duas espécies apresentaram valores similares de densidade populacional; (ii) *L. wiedii* apresentou padrão de atividade noturnos e *L. guttulus* apresentou um padrão mais catemeral. Os valores de densidade populacional estimados no presente estudo para *L. wiedii* e *L. guttulus* foram similares aos de outros estudos de densidade das espécies na região (Oliveira-Santos et al. 2012; Kasper et al. 2016; Horn et al. 2020). As estimativas prévias de Horn et al. (2020) para *L. wiedii*, indicam variação de $9,6 \pm 6,4$ (Refúgio de

Vida Silvestre Banhado dos Pachecos, UC em área metropolitana de Porto Alegre) até $37,4 \pm 15,1$ (Pró-Mata, RPPN no município de São Francisco de Paula) indivíduos/100km². Nosso estudo estimou $12 \pm 5,6$ indivíduos/100km², indicando valor sobreposto com o estudo citado, no entanto, um pouco superior ao da área metropolitana amostrada no estudo prévio ($9,6 \pm 6,4$ indivíduos/100km²). A densidade de *L. guttulus* coincidiu com a estimativa realizada por Kasper et al. (2016) de 8 indivíduos/100km² e por Oliveira-Santos (2012) de 7 ± 1 indivíduos/100km², porém divergiu da estimativa de Tortato & Oliveira (2005) de 87 indivíduos/100km² para a região da Serra do Tabuleiro, no estado de Santa Catarina. Esses estudos prévios de densidade, embora alguns tenham somente realizado estimativas de densidade para uma dessas espécies, foram realizados nas áreas de simpatria entre os dois felídeos, o que pode explicar os valores similares para as regiões (Oliveira-Santos et al. 2012; Kasper et al. 2016; Horn et al. 2020). Já Tortato & Oliveira (2005) realizaram sua amostragem em locais com e sem outras espécies de felídeos, eles observaram que a área que as densidades de *L. guttulus* eram menores eram locais de simpatria com outras espécies, incluindo *L. wiedii*, e que as estimativas bem elevadas foram na área de ausência de potenciais concorrentes (*L. wiedii* e *Herpailurus yagouaroundi*).

L. wiedii é um felídeo de hábito arborícola (Oliveira 1994; Sunquist & Sunquist 2002) e sua distribuição está associada positivamente a áreas florestais (Espinosa et al. 2018, Horn et al. 2020) e negativamente a ambientes de vegetação xeromórfica (Espinosa et al. 2018). *L. guttulus* tem sua distribuição diretamente associada às formações florestais da região norte do estado (Eizirik et al. 2006; Trigo et al. 2013b). O PEI está inserido no bioma Pampa, numa área de transição com a Mata Atlântica, onde ambos felídeos estudados estão próximos às suas áreas limítrofes de distribuição (Eizirik et al. 2006; Trigo et al. 2013; Espinosa et al. 2018; Sartor et al. 2021), o que

pode explicar a divergência na densidade de outras áreas mais centrais da zona de distribuição das espécies (Tortato & Oliveira 2005) e também a similaridade com as estimativas de densidade de locais que também estão na área limítrofe de distribuição das espécies (Kasper et al. 2016; Horn et al. 2020). A estimativa de densidade populacional de *L. wiedii* no presente estudo foi superior a estimativa obtida para a espécie em uma UC localizada no mesmo município que o PEI, Refúgio de Vida Silvestre Banhado dos Pachecos (Horn et al. 2020). O PEI possui uma grande cobertura vegetal, enquanto a UC em questão apresenta uma grande área formada por banhados. Além disso, o PEI possui uma área de extensão significativamente maior e poucos registros de animais domésticos nas armadilhas fotográficas, o que pode influenciar no aumento da densidade populacional da espécie.

Os padrões de atividade diários observados para ambas as espécies foram coincidentes com o descrito na literatura (Pérez-Irineo et al. 2017; Cruz et al. 2018; Horn et al. 2020; Linck et al. 2021). Estes trabalhos documentam *L. wiedii* com atividade predominantemente noturna, enquanto *L. guttulus* apresenta um padrão de atividade mais flexível, se mostrando noturno em algumas situações e com atividade mais catemeral em outras. A sobreposição de nicho temporal foi moderada com pico de atividade em distintos horários, além disso, houve diferença significativa na homogeneidade quando comparados os padrões de atividade das espécies, o que pode indicar alguma segregação temporal como forma de redução de uma potencial competição intraguilda. Diversos estudos indicam que *L. guttulus* aparenta adequar o seu período de atividade, sendo mais noturno na ausência de outros felídeos e adquirindo um padrão de atividade mais catemeral na presença de outros felídeos, isso pode estar relacionado com uma tentativa de minimizar esta competição e evitar contato

direto com outros felídeos (Di Bitetti et al. 2010; Oliveira-Santos et al. 2012; Massara et al. 2016; Nagy-Reis et al. 2019), o que pode estar ocorrendo no presente estudo.

Neste estudo, apresentamos dados da co-ocorrência de duas espécies similares de felídeos que demonstram indícios da redução de uma potencial competição intraguilda por meio da segregação temporal. Nossos resultados auxiliam a explicar a coexistência dessas espécies morfológicamente similares no Parque Estadual de Itapuã, o que pode servir de base para criação de hipóteses de co-ocorrência entre essas espécies em outras áreas e, com isso, delinear ações de manejo e de conservação dessas espécies.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer a todos que ajudaram nos trabalhos de campo e triagem de dados, em especial ao pessoal do setor de Mastozoologia do MCN/SEMA. À toda a equipe do Parque Estadual de Itapuã e ao CNPq pela bolsa de iniciação científica concedida à Victoria M. Santiago.

Referências

- Agostinelli C. & Lund U. 2017. R package “circular”: Circular Statistics. Version 0.4-93.
- Akaike, H. 1974. A new look at the statistical model identification. IEEE T. Automat. Contr. 19 (6), 716-723.
- Balme G. A. Hunter L. T. B and Slotow R. 2009. Evaluating methods for counting cryptic carnivores. Journal of Wildlife Management 73, 433–441.
- Bivand, R., Lewin-koh, N. 2021. Package ‘maptools’. Version 1.1-2.

- Burnham, K. P. & Anderson, D. R. 2002. Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information - Theoretic Approach. 2nd ed. Vol. 7, Istech. New York: Springer, 515p.
- Burrows R. 1995. Demographic changes and social consequences in wild dogs, 1964-1992. In Sinclair A. R. E. and Arcese P. (eds.) Serengeti II: dynamics, management and conservation of ecosystem. University of Chicago Press, Chicago: 400-420.
- Caughley, G. 1977. Analysis of vertebrate populations. New York: John Wiley & Sons. 234p.
- Cruz, P., Iezzi, M. E., de Angelo, C., Varela, D., Di Bitetti, M. S., Paviolo, A. 2018. Effects of human impacts on habitat use, activity patterns and ecological relationships among medium and small felids of the Atlantic Forest. PLoS ONE 13: 1-21.
- de la Torre, J. A., Arroyo-Gerala, P. & Torres-Knoop, L. 2016. Density and activity patterns of ocelots in the Greater Lacandona Ecosystem. THERYA, Vol. 7(2): 257-269.
- de Oliveira, T., Paviolo, A., Schipper, J., Bianchi, R., Payan, E. & Carvajal, S.V. 2015. *Leopardus wiedii*. The IUCN Red List of Threatened Species, p. 1.
- de Oliveira, T., Trigo, T., Tortato, M., Paviolo, A., Bianchi, R. & Leite-Pitman, M. R. P. 2016. *Leopardus guttulus*. The IUCN Red List of Threatened Species, p. 1.
- Di Bitetti, M. S., de Angelo, C. D., Di Blanco, Y. E., Paviolo, A. 2010. Niche partitioning and species coexistence in a Neotropical felid assemblage. Acta Oecologica 36(4): 0-412.
- Donadio E. & Buskirk S. W. 2006. Diet, morphology, and interspecific killing in Carnivora. Am Nat 167: 524-536.

- Efford, M. G. Secr: Spatially Explicit Capture-recapture Models. R Package. Version 3.1.6.
- Eizirik, E., Indrusiak C. B., Trigo T. C., Sana, D. A., Mazim, F. D., Freitas, T. R. O. 2006. Refined mapping and characterization of a geographic contact zone between two neotropical cats, *Leopardus tigrinus* and *L. geoffroyi* (Mammalia, Felidae). *Cat News* 45: 8–11.
- Espinosa, C. C., Trigo, T. T., Tirelli, F. P., da Silva, L. G., Eizirik, E., Queirolo, D., Mazim, F. D., Peters, F. B., Favarini, M. O. & de Freitas, T. R. O. 2018. Geographic distribution modeling of the margay (*Leopardus wiedii*) and jaguarundi (*Puma yagouaroundi*): a comparative assessment. *Journal of Mammalogy* 99(1): 252-262.
- Estado do Rio Grande do Sul. Decreto No 51.797, 8 de setembro de 2014. 2014. Declara as espécies da fauna silvestre ameaçadas de extinção no estado do Rio Grande do Sul. Governo do Estado do Rio Grande do Sul.
- Herrera, H., Chávez, E. J., Alfaro, L. D., Fuller, T. K., Montalvo, V., Rodrigues, F. & Carrillo, E. 2018. Time partitioning among jaguar *Panthera onca*, puma *Puma concolor* and ocelot *Leopardus pardalis* (Carnivora: Felidae) in Costa Rica's dry and rainforests. *Revista de Biología Tropical* 66(4): 1559-1568.
- Horn, P. E. et al. 2020. Margay (*Leopardus wiedii*) in the southernmost Atlantic Forest: Density and activity patterns under different levels of anthropogenic disturbance. *PLoS ONE* 15(5): e0232013.
- INPE. 2018. Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/iniciativas/atlas-da-mata-atlantica/>>. Acesso em: 02 jun. 2021.

- Kasper, C. B., Schneider, A., Oliveira, T. G. 2016. Home range and density of three sympatric felids in the Southern Atlantic Forest, Brazil. *Braz. J. Biol.*, vol. 76, no. 1, pp. 228-232.
- Kelly M. J., Holub E. L. 2008. Camera trapping of carnivores: trap success among camera types and across species, and habitat selection by species, on Salt Pond Mountain, Giles County, Virginia. *Northeast Nat* 15(2): 249-262.
- Kerr, J. T. 1997. Species richness, endemism, and the choice of areas for conservation. *Conservation Biology* 11(5): 1094-1100.
- Kitchener A. C., Valkenburgh, B. V., Yamaguchi, N. 2011. Felid form and function. In: Macdonald DW & Loveridge AJ, editors. *Biology and conservation of wild felids*. New York: Oxford University Press, pp. 83–106.
- Linck, P., Tirelli, F. P., Bastos, M. C., Fonseca, A. N., Cardoso, L. F., Trigo, T. C. 2021. Daily activity patterns and occurrence of *Leopardus guttulus* (Carnivora, Felidae) in Lami Biological Reserve, southern Brazil. *Ilheringia, Série Zoologia* 111: e2021006.
- Macdonald D. W., Loveridge, A. J., Nowell, K. 2011. *Dramatis personae: an introduction to the wild felids*. In: Macdonald, D. W. & Loveridge, A. J., editors. *Biology and conservation of wild felids*. New York: Oxford University Press, pp. 3–58
- Massara, R. L., Paschoal, M. O., Bailey, L. L., Doherty Jr., P. F., Chiarello, A. G. 2016. Ecological interactions between ocelots and sympatric mesocarnivores in protected areas of the Atlantic Forest, southeastern Brazil. *Journal of Mammalogy* 97(6): 1634–1644.
- Meredith, M., Ridout, M. 2021. Estimates of Coefficient of Overlapping for Animal Activity Patterns. Version 0.3.4.

- MMA. Folder Pampa - Conhecimentos e Descobertas. Disponível em:
<<https://www.antigo.mma.gov.br/biomas/pampa>>. Acesso em: 01 maio 2021.
- Monterroso, P., Alves, P. C. & Ferreras, P. 2014. Plasticity in circadian activity patterns of mesocarnivores in Southwestern Europe: implications for species coexistence. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 68: 1403-1417.
- Nagy-Reis, M. B., Iwakami, V. H. S., Estevo, C. A., Setz, E. Z. F. 2018. Temporal and dietary segregation in a Neotropical small-felid assemblage and its relation to prey activity. *Mammalian Biology* 95: 1-8.
- Nagy-Reis, M. B., Nichols, J. D., Chiarello, A. G., Ribeiro, M. C., Setz, E. Z. F. 2017. Landscape Use and Co-Occurrence Patterns of Neotropical Spotted Cats. *PLoS ONE* 12(1):e0168441.
- Oliveira-Santos, L. G. R., Graipel, M. E., Tortato, M. A., Zucco, C. A., Cáceres, N. C., Goulart, F. V. B. 2012. Abundance changes and activity flexibility of the oncilla, *Leopardus tigrinus* (Carnivora: Felidae), appear to reflect avoidance of conflict. *Zoologia* 29 (2): 115–120.
- Oliveira, T. G., Tortato, M. A., Silveira, L., Kasper, C. B., Mazim, F. D., Lucherini, M., Jácomo, A. T., Soares, J. B. G., Marques, R. V., Sunquist, M. 2010. Ocelot ecology and its effect on the small-felid guild in the lowland neotropics. In: Macdonald, D. W. & Loveridge, A. J., editors. *Biology and conservation of wild felids*. New York: Oxford University Press, pp 559-580.
- Otis, D. L., K. P. Burnham, G. C. White, and D. R. Anderson. 1978. Statistical inference from capture data on closed populations. *Wildlife Monographs* 62: 1–135.

- Pérez-Irineo, G. & Santos-Moreno, A. 2016. Abundance and activity patterns of medium-sized felids (Felidae, Carnivora) in Southeastern Mexico. *The Southwestern Naturalist* 61(1): 33-39.
- Pérez-Irineo, G., Santos-Moreno, A. & Hernández-Sánchez, A. 2017. Density and activity pattern of *Leopardus wiedii* and *Leopardus pardalis* at Sierra Norte of Oaxaca, Mexico. *Therya*, Vol 8(3): 217-222.
- Pillar, V. P., Lange, O. 2015. Os Campos do Sul. Rede Campos Sulinos - UFRGS. Porto Alegre.
- R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Ridout, M., Linkie, M. 2009. Estimating overlap of daily activity patterns from camera trap data. *Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics* 14(3): 322-337.
- Rio Grande do Sul. 1996. Plano de manejo Parque Estadual de Itapuã/RS. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura e Abastecimento, Departamento de Recursos Naturais Renováveis.
- Ribeiro, M. C., Metzger, J. P., Martensen, A. C., Ponzoni, F. J., Hirota, M. M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biol Conserv.* 142(6): 1141-1153.
- Royle, J. A., Chandler, R. B., Sollmann, R., Gardner, B. 2013. Spatial Capture-recapture. Academic Press, Waltham.
- Royle, J. A., Kéry, M., Guélat, J. 2011. Spatial capture-recapture models for search-encounter data. *Methods in Ecology and Evolution* 2: 602–611.
- Sator, C. C., Sartor, C. C., Cushman, S. A., Wan, H. Y., Kretschmer, R., Pereira, J. A., Bou, N., Cosse, M., González, S., Eizirik, E., de Freitas, T. R. O., Trigo, T. C.

2021. The role of the environment in the spatial dynamics of an extensive hybrid zone between two neotropical cats. *Journal of Evolutionary Biology* 34(4): 614-627.
- Schoener T. W. 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science* 185(4145): 27–39.
- Seibert, J. B., Moreira, D. O., Mendes, S. L., Gatti, A. 2015. Diet of two sympatric felids (*Leopardus guttulus* and *Leopardus wiedii*) in a remnant of Atlantic forest, in the montane region of Espírito Santo, southeastern Brazil. *Bol. Mus. Biol. Mello leitão (N. sér.)* 37(2): 193-200.
- SEMA. Parque Estadual de Itapuã - Unidade de proteção integral do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<https://www.sema.rs.gov.br/parque-estadual-de-itapua>>. Acesso em: 05 jul. 2020
- Stetz, J. B., Mitchell, M. S. & Kendall, K. C. 2019. Using spatially-explicit capture-recapture models to explain variation in seasonal density patterns of sympatric ursids. *Ecography* 42:237-248.
- Sunquist, M., Sunquist F.. 2002. Wild cats of the world. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- Tirelli, F. P., Mazim, F.D., Crawshaw Jr., P. G., Albano, A. P., Espinosa, C., Queirolo D., Rocha, F. L., Soares, J. B., Trigo, T. C., Macdonald, D. W., Lucherini, M. & Eizirik, E. 2019. Density and spatio-temporal behaviour of Geoffroy's cats in a human-dominated landscape of southern Brazil. *Mammalian Biology* 99: 128-135.
- Toretta, E., Serafini, M., Puopolo, F. & Schenone, L. 2016. Spatial and temporal adjustments allowing the coexistence among carnivores in Liguria (N-W Italy). *acta ethol* 19:123-132.

- Tortato, M. A. & Oliveira, T. G. 2005. Ecology of the Oncilla (*Leopardus tigrinus*) at Serra do Tabuleiro State Park, Southern Brazil. *Cat News* 42:28-30.
- Trigo, T. C., Fontoura-Rodrigues, M. L., Kasper, C. B. 2013a. Carnívoros continentais. In: Weber, M. M.; Roman, C. & Cáceres, N. C. orgs. *Mamíferos do Rio Grande do Sul*. Santa Maria, Editora UFSM, p. 362-363.
- Trigo, T. C., Tirelli, F. P., Machado, L. F., Peters, F. B., Indrusiak, C. B., Mazim, F. D., Sana, D., Eiziril, E., de Freitas, T. R. O. 2013b. Geographic distribution and food habits of *Leopardus tigrinus* and *L. geoffroyi* (Carnivora, Felidae) at their geographic contact zone in southern Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 48: 56–67
- Vanderhoff, E. N. et al. 2011. Abundance and activity patterns of the Margay (*Leopardus wiedii*) at a mid-elevation site in the eastern Andes of Ecuador. *Mastozoología Neotropical* 18(2): 271-279.
- Wang E. 2002. Diets of ocelots (*Leopardus pardalis*), margays (*L. wiedii*), and oncillas (*L. tigrinus*) in the Atlantic rainforest in Southeast Brazil. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 37(3): 207–212.

Tabela 1. Comparação dos modelos testados para *L. wiedii* a partir do Critério de Informação Akaike (AIC).

Modelo			logLik	AIC	dAIC	AICwt
<i>Leopardus wiedii</i>						
bk	g0~bk	sigma~1	-180,7133	367,427	0,000	0,7306
bk2	g0~bk	sigma~bk	-180,7110	369,422	1,995	0,2694
bb	g0~b	sigma~b	-196,0594	400,119	32,692	0,0000
n	g0~1	sigma~1	-198,1112	400,222	32,795	0,0000
b	g0~b	sigma~1	-197,4843	400,969	33,542	0,0000
<i>Leopardus guttulus</i>						
bk	g0~bk	sigma~1	-70,93149	147,863	0,000	0,6338
bk2	g0~bk	sigma~bk	-70,94263	149,885	2,022	0,2306
n	g0~1	sigma~1	-73,91148	151,823	3,960	0,0875
b	g0~b	sigma~1	-73,82933	153,659	5,796	0,0349
bb	g0~b	sigma~b	-73,80953	155,619	7,756	0,0131

Tabela 2. Resultados da análise circular dos padrões de atividade de *L. wieddi* e de *L. guttulus*. Asterisco indicando resultado significativo do Teste Rao's Spacing para *L. wieddi*.

	n	Comprimento do vetor médio (r)	Média angular (μ)	Rao's Spacing
<i>L. wieddi</i>	46	0,608	23h27min	192,66*
<i>L. guttulus</i>	14	0,143	22h10min	112,42

Figura 1. Área de estudo. A) Estado do Rio Grande do Sul com a localização das estações amostrais (ponto preto). B) Distribuição das armadilhas fotográficas no Parque Estadual de Itapuã durante o período amostral.

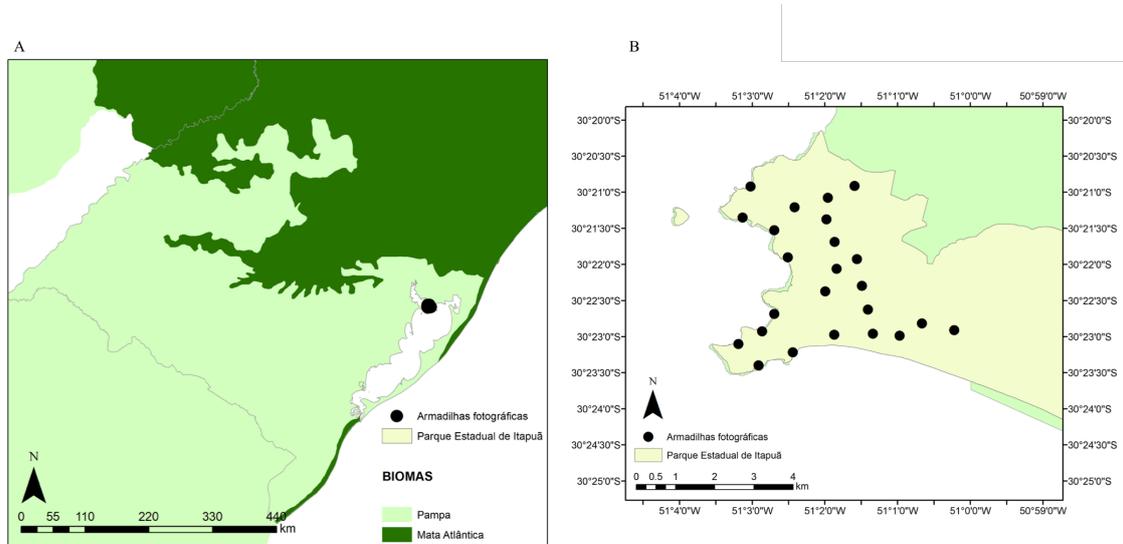


Figura 2. Distribuição dos registros de *L. wiedii* (A) e de *L. guttulus* (B) ao longo de 24 horas. Média angular representada pela seta vermelha às 23h27min para *L. wiedii* e às 22h10min para *L. guttulus*.

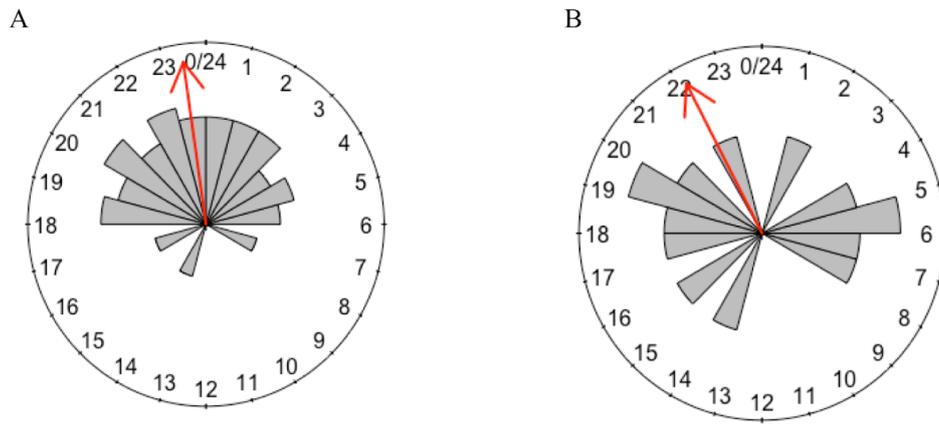


Figura 3. Sobreposição de nicho temporal de *Leopardus wiedii* e *Leopardus guttulus* no Parque Estadual de Itapuã. A parte em cinza representa a sobreposição entre as espécies durante o período de 24 horas. As linhas verticais representam o nascer e o pôr do sol na área de estudo (7h10min e 17h40min, respectivamente).

