

Influência da fragmentação da vegetação em pontos de resgate de fauna nas bacias dos rios Cachoeira e Cubatão em Joinville (SC)

Influence of vegetation fragmentation in wildlife rescue points in the Cachoeira and Cubatão river basins in Joinville (SC)

Iuri Gabriel **MERIS**¹ & Celso Voos **VIEIRA**^{1, 2}

RESUMO

A destruição e a fragmentação do hábitat natural resultam na aproximação entre o ambiente urbano e o silvestre, no aumento do número de espécies sinantrópicas e na probabilidade de conflito humano-fauna. A paisagem atual da mata atlântica encontra-se fragmentada e desconectada. Sendo assim, o presente estudo objetiva avaliar quais fatores se relacionam com a ocorrência de resgates de fauna realizados em 2020 pelo Corpo de Bombeiros de Joinville (SC), na região da bacia hidrográfica do Rio Cachoeira e da bacia hidrográfica do Rio Cubatão. A avaliação dos pontos de resgate de fauna foi realizada com os dados disponibilizados pelo Corpo de Bombeiros de Joinville, e a análise espacial foi feita no *software* ArcGIS 10.3. No ano de 2020, resgataram-se 282 espécimes, distribuídos em 10 ordens. As ordens Didelphimorphia e Squamata possuem a maior frequência de eventos, em que os gambás (48,9%) e as cobras (37,6%) somaram 86,5% das ocorrências, e as demais ordens possuem frequência inferior a 3%. O índice de Moran indicou correlação espacial significativa ($p < 0,01$) para as situações de resgate em função da distância de vegetação e de rios.

Palavras-chave: análise espacial; Corpo de Bombeiros; espécimes.

ABSTRACT

The destruction and fragmentation of the natural habitat result in the approximation between the urban and the wild environment, increasing the number of synanthropic species and the probability of human-fauna conflict. In this way, the current landscape of the Atlantic Forest is fragmented and disconnected. Therefore, the present study aims to evaluate which factors are related to the occurrence of fauna rescues carried out in 2020 by the Joinville-SC Fire Department, in the region of the Cachoeira and the Cubatão River's hydrographic basin. The analysis of fauna rescue points was performed with the data provided by the Joinville-SC Fire Department and the spatial analysis was performed using the ArcGIS10.3 software. In 2020, 282 specimens were rescued that are distributed in 10 orders. The Didelphimorphia and Squamata orders have the highest frequency of events, where possums (48.9%) and snakes (37.6%) accounted for 86.5% of occurrences and the other orders have a frequency of less than 3%. The Moran index indicated a significant spatial correlation ($p < 0.01$) for the occurrence of rescues as a function of the distance from vegetation and rivers.

Keywords: Fire Department; spatial analysis; specimens.

Recebido em: 3 abr. 2022

Aceito em: 3 maio 2022

¹ Departamento de Ciências Biológicas, Universidade da Região de Joinville, Rua Paulo Malschitzki, n.º 10, Distrito Industrial – CEP 89219-710, Joinville, SC, Brasil.

² Autor para correspondência: xcelsox@gmail.com.

INTRODUÇÃO

O aumento da população humana altera o ambiente, seja pela urbanização, que em muitos casos se dá de forma desordenada, seja pela exploração de recursos naturais, que na maioria das vezes acontece de modo não sustentável. Segundo Primack & Rodrigues (2001), as maiores ameaças à biodiversidade, resultantes da atividade humana, são a destruição e a degradação de habitats, a fragmentação, a superexploração de espécies para uso humano, a introdução de espécies exóticas e o aumento da ocorrência de doenças, este último sendo uma consequência dos fatores anteriores (NICKNICH, 2017).

A fragmentação de um habitat e o processo de redução e isolamento de ambientes naturais podem ocorrer naturalmente, no entanto as atividades antrópicas são atualmente a sua principal causa (ASSIS *et al.*, 2019). A destruição e a fragmentação de habitats resultam na aproximação entre o ambiente urbano e o silvestre, no aumento do número de espécies sinantrópicas e em maior probabilidade de conflito humano-fauna (AGUIRRE, 2009).

A urbanização é um vetor de ameaça à biodiversidade especialmente importante na mata atlântica, onde se concentra grande parte da população do Brasil e os maiores centros urbanos do país (ICMBio/MMA, 2018).

A paisagem atual da mata atlântica encontra-se fragmentada e desconectada. Seus remanescentes são compostos por manchas com diferentes fitofisionomias, impactados e circundados por matrizes de perturbação, caracterizadas por ocupação humana, pastos e atividade agropecuária, que têm intensificado os processos de fragmentação florestal no bioma (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2016).

Portanto, são fundamentais estudos que permitam entender a dinâmica dos elementos bióticos e abióticos e fornecer mecanismos ambientais necessários à conservação da biodiversidade nesses ecossistemas de mata atlântica.

Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar quais fatores possuem correlação espacial com a distribuição de ocorrência de resgates de fauna na região da bacia hidrográfica do Rio Cachoeira e do Rio Cubatão, região nordeste do estado de Santa Catarina.

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO

Bacia hidrográfica do Rio Cachoeira

A bacia hidrográfica do Rio Cachoeira está totalmente inserida na área urbana de Joinville. Drena um espaço de 83,12 km², o qual representa 7,3% do território do município e cujo canal principal possui 14,9 km de extensão (MAIA *et al.*, 2014). Suas nascentes estão localizadas no bairro Costa e Silva, e aproximadamente 49% da população de Joinville reside no interior do perímetro da bacia (MAIA *et al.*, 2014). A bacia do Rio Cachoeira ocupa uma região relativamente plana, com nascentes em uma faixa altimétrica de 40 m, e o canal principal situa-se entre 5 e 15 m de altitude (FATMA, 2002).

Bacia hidrográfica do Rio Cubatão

A bacia do Rio Cubatão está inserida no município de Joinville (75% da bacia) e Garuva (25% da bacia) e é responsável por aproximadamente 70% do abastecimento de água de Joinville (MAIA *et al.*, 2014). A bacia possui uma área total de 492 km² e canal principal com 88 km de extensão. Sua nascente fica na Serra Queimada (planalto), na cota altimétrica de 1.100 m, e a foz, no Canal do Palmital, na Baía da Babitonga (MAIA *et al.*, 2014). Na bacia hidrográfica encontra-se inserida parcialmente a Área de Proteção Ambiental (APA) Serra Dona Francisca (FATMA, 2002).

ANÁLISE DOS DADOS

A avaliação dos pontos de resgate de fauna foi executada com os dados disponibilizados pelo Corpo de Bombeiros de Joinville (SC), no que se refere às ações realizadas no ano de 2020. Os locais de resgate de fauna foram convertidos em pontos, com o uso do endereço das ocorrências. Para tanto, a tabela com as coordenadas dos pontos de resgate foi importada no programa Google Earth Pro, e os endereços foram cruzados com o banco de dados espacial do programa Google Maps. O procedimento originou uma perda de quatro endereços, com prejuízo de apenas 1,39% dos dados. Posteriormente, as informações foram comparadas com os fatores físicos das bacias hidrográficas, com base nos resultados obtidos por Meris *et al.* (2020).

Efetuuou-se a análise espacial no *software* ArcGIS 10.3, e todos os dados foram reprojatados para a projeção UTM, *datum* SIRGAS2000, e recortados para o interior das bacias hidrográficas. Para a avaliação dos fragmentos de vegetação, utilizaram-se os dados de uso e cobertura do solo do ano de 2019 do Projeto Mapbiomas (MAPBIOMAS, 2019). Os dados sobre a rede hidrográfica da área de estudo foram obtidos no sítio do Sistema de Informações Municipais Georreferenciadas (SIMGeo) da Prefeitura de Joinville.

A análise espacial foi efetivada com o cálculo da densidade de pontos de resgate de fauna, pelo método de densidade de Kernel (LUCAMBIO, 2008). A densidade de Kernel estima a intensidade pontual do processo em toda a região de estudo, com o ajuste de uma função gaussiana bidimensional sobre os eventos considerados; tem-se como resultado uma superfície (mapa) cujo valor é proporcional à intensidade de amostras por unidade de área (MARTINS *et al.*, 2017). Tal função realiza a contagem de todos os pontos dentro de uma região de influência, ponderando-os pela distância de cada um à localização de interesse.

As distâncias entre os fragmentos de vegetação/cursos d'água e os pontos de resgate de fauna foram calculadas com o emprego da distância euclidiana. Esta é uma técnica utilizada para calcular a distância em linha reta entre objetos, com a geração de uma superfície (mapa).

De posse dos mapas de densidade de resgate de fauna (densidade de Kernel) e das distâncias entre a vegetação/cursos d'água e os pontos de resgate de fauna (distância euclidiana), os dados foram cruzados com a análise do índice de Moran, o qual avalia a relação de interdependência espacial entre todos os pontos da área de estudo e a expressa por meio de um valor único para toda a região (MORAN, 1950). O índice é empregado para analisar a correlação espacial e verificar se a distribuição ocorre de maneira dispersa, aleatória ou agrupada com a formação de *clusters*.

Ressalta-se que foi realizado um exame mais detalhado das ordens de maior frequência e representatividade na área de estudo, com ocorrência maior que 100 espécimes resgatados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em 2020 no município de Joinville foram resgatados 282 espécimes, distribuídos em 10 ordens. Os registros investigados levaram em consideração apenas o nome popular, impossibilitando a análise de diversidade de espécies. As ordens Didelphimorphia e Squamata obtiveram a maior frequência de eventos, em que os gambás (48,9%) e as cobras (37,6%) somaram 86,5% das ocorrências, e as demais espécies tiveram frequência inferior a 3% (tabela 1).

Tabela 1 – Frequência absoluta e frequência relativa dos espécimes resgatados em 2020 nas bacias hidrográficas dos rios Cubatão e Cachoeira, em Joinville (SC).

Ordem	Nome popular	Frequência	Porcentagem
Didelphimorphia	Gambá	138	48,9
Squamata	Cobra	106	37,6
Squamata	Lagarto	8	2,8
Passeriformes	Pássaro	7	2,5
Rodentia	Capivara	5	1,8
Strigiformes	Coruja	4	1,4
Primates	Macaco	4	1,4
Chiroptera	Morcego	4	1,4
Carnivora	Furão	2	0,7
Falconiformes	Gavião	2	0,7
Araneae	Aranha	1	0,4
Cingulata	Tamanduá	1	0,4
Total		282	100

O mapa de Kernel indicou que a área com maior densidade de resgates de animais silvestres (ponto/km²) foi a bacia do Rio Cachoeira (figura 1-B), com a ocorrência de 247 eventos. A bacia hidrográfica do Rio Cubatão, por sua vez, deteve apenas 35 pontos de resgate. Essa grande disparidade de ocorrências está relacionada à quantidade de população humana residente na bacia do Rio Cachoeira, a qual possui uma área menor do que a do Rio Cubatão (a bacia do Rio Cachoeira representa apenas 7,3% da área do município) e contempla 77,27% da área urbana do município de Joinville.

O predomínio de áreas urbanizadas em bacias traz inúmeras consequências ao ambiente, sendo uma delas a perda de hábitat e, com isso, um maior isolamento dos fragmentos de vegetação arbórea (MERIS *et al.*, 2020).

Na bacia hidrográfica do Rio Cachoeira restam apenas 11,65 km² de vegetação arbórea, distribuída em um total de 435 fragmentos, os quais têm tamanho médio de 26.786 m², enquanto a bacia hidrográfica do Rio Cubatão possui 360,54 km² de vegetação arbórea distribuída em um total de 995 fragmentos, com um tamanho médio de 362.359 m² cada um.

Os fragmentos de vegetação arbórea na bacia hidrográfica do Rio Cachoeira possuem uma distância média de 155 metros entre si, quase três vezes superior aos da bacia hidrográfica do Rio Cubatão, a qual tem seus fragmentos separados por uma distância média de 55 metros entre si (figura 1-C) (MERIS *et al.*, 2020).

A pressão antropogênica, representada pela urbanização, provoca impacto direto na transformação do ambiente, alterando o uso e a cobertura da terra, gerando um padrão espacial complexo, de manchas ou fragmentos de vegetação natural cada vez mais isolados e menores, inseridos em uma matriz inóspita para muitas espécies (ALBERTI, 2010). Consequentemente, os indivíduos componentes da fauna silvestre, afetados pela fragmentação, são forçados a se deslocar e a se adaptar à constante disputa pelos recursos escassos nas áreas urbanas (FIGUEIREDO, 2019).

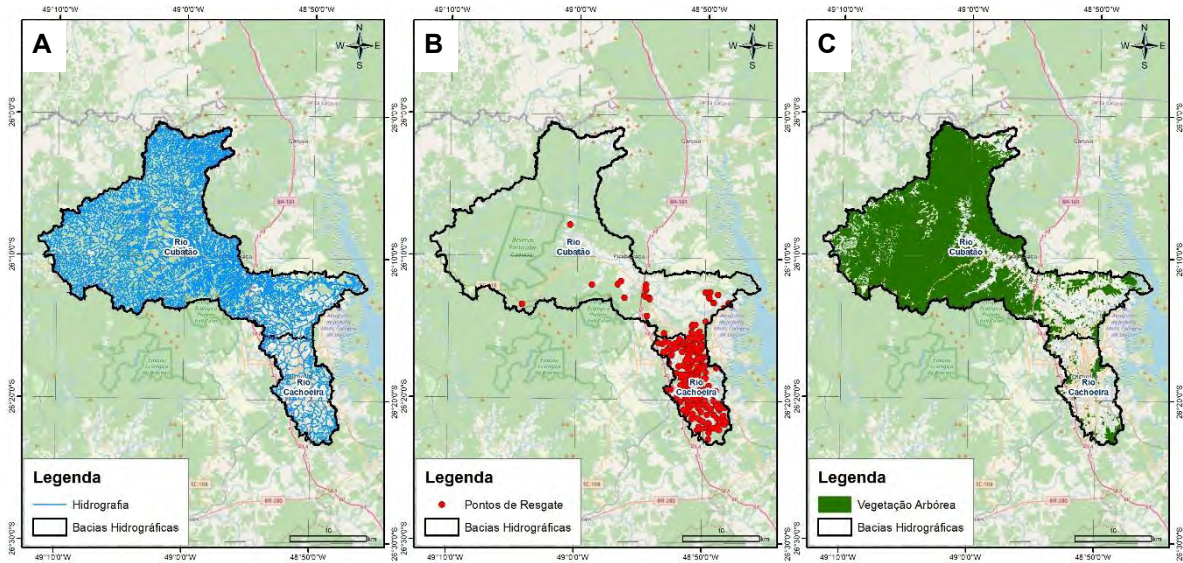


Figura 1 – A) Mapa dos rios; B) Pontos de resgate de fauna silvestre; C) Fragmentos de vegetação nas bacias hidrográficas. Fonte: primária.

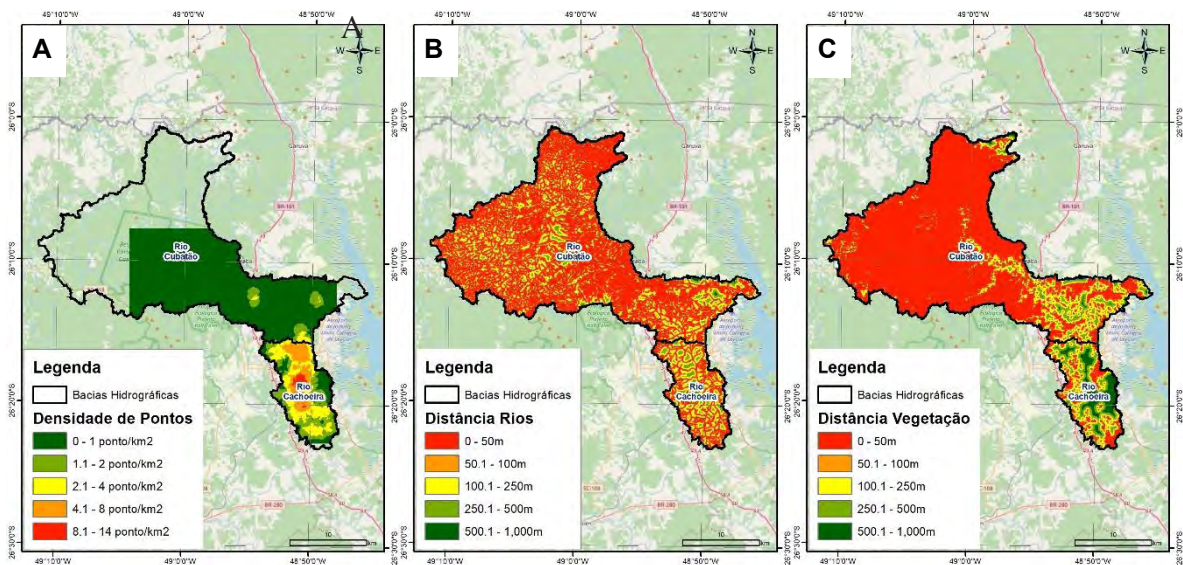


Figura 2 – A) Mapa de densidade de Kernel de pontos de resgate; B) Distância euclidiana dos pontos de resgate aos cursos d’água; C) Distância euclidiana dos pontos de resgate à vegetação nas bacias hidrográficas. Fonte: primária.

Na bacia do Rio Cachoeira, os pontos de resgate de fauna encontravam-se a uma distância mínima de 0 m dos cursos d’água, máxima de 621 m e média de 122 m, com desvio padrão de 104 m (figura 2-B).

Na bacia do Rio Cubatão, a distância mínima dos pontos de resgate de fauna até os cursos d’água foi de 0 m, a máxima de 352 m e a média de 107 m, com desvio padrão de 82 m (figura 2-B).

A distância euclidiana dos pontos de resgate de fauna até os fragmentos de vegetação na bacia do Rio Cachoeira (figura 2-C) indicou que os pontos de resgate de fauna se encontravam a uma distância mínima de 0 m, máxima de 964 m e média de 333 m, com desvio padrão de 208 m.

Na bacia do Rio Cubatão, os resgates de fauna ocorreram a uma distância mínima de 0 m, máxima de 462 m e média de 146 m, com desvio padrão de 104 m (figura 2-C). Apesar do menor número de resgates na bacia do Rio Cubatão, eles ocorreram mais próximos à vegetação e aos rios.

Enquanto a bacia hidrográfica do Rio Cachoeira abriga poucos fragmentos florestais, a do Rio Cubatão possui 73,41% da sua área composta de vegetação em estágio médio e avançado (CCJ, 2016). A alta porcentagem de vegetação arbórea, na bacia do Rio Cubatão, está diretamente ligada à existência da unidade de conservação (UC) dentro dos limites da bacia – a UC tem área que perfaz 59,66% do total da bacia (PMJ, 2012).

Em virtude do elevado grau de conservação da cobertura vegetal, a bacia do Rio Cubatão tem alta possibilidade de ocorrência de espécies animais mais sensíveis, principalmente em áreas rurais.

Por outro lado, o fato de os resgates de fauna terem ocorrido nas proximidades de cursos d'água, na bacia hidrográfica do Rio Cubatão, pode ter sido influenciado pela maior densidade de residências e de vias próximas aos cursos d'água da bacia, principalmente nas cercanias da serra do mar, a qual possui um relevo mais acentuado, o que limita a expansão urbana na área e comprime a ocupação humana nas proximidades dos cursos d'água. Ademais, além da ordem Squamata, a capivara (ordem Rodentia) e o furão (ordem Carnivora), mamíferos, têm correlação direta com os rios, já que as capivaras possuem hábito de vida semiaquático e o furão tem uma alimentação baseada em cobras e lagartos.

De acordo com a tabela 2, a distância média dos rios para os resgates de cobras foi de 103 m, e a distância média dos fragmentos de vegetação foi de 246 m. A distância média dos cursos d'água para os resgates de cobras foi relativamente alta quando comparada com a dos gambás, já que peixes e anfíbios fazem parte da alimentação das cobras. Ressalta-se, ainda, que é comum a existência de espécies com hábito aquático, como é o caso de *Helicops infrataeniatus* (cobra-d'água), que possui ampla distribuição na região (FAUNA DIGITAL RIO GRANDE DO SUL, 2021). Além disso, os principais mecanismos de regulação térmica utilizados por Squamata são ajustes comportamentais com relação à exposição à radiação solar, tais como restrição dos períodos de atividade, seleção de micro-habitats térmicos apropriados e alteração de posturas corporais, que lhes permitem manter a temperatura corporal o mais próximo possível da *preferred body temperature* (GVOZDÍK & CASTILLA, 2001).

Tabela 2 – Distância média de ocorrências de resgate de fauna dos principais espécimes registrados nas bacias do Rio Cachoeira e do Rio Cubatão, em Joinville, (SC).

Espécime	Distância média de rio (m)	Distância média de vegetação (m)
Cobra	103	246
Gambá	140	358

Para os gambás, a distância média dos rios foi de 140 m e a distância média dos fragmentos de vegetação foi de 358 m. As espécies da ordem Didelphimorphia (gambás) são comuns, possuem ampla distribuição, são recorrentes e relativamente adaptadas a formações urbanas (FAUNA DIGITAL RIO GRANDE DO SUL, 2022). Além de serem os espécimes com maior número de registros, as ocorrências assinaladas possuem uma distância da vegetação média-alta, confirmando sua adaptabilidade.

O índice de Moran indicou correlação espacial significativa ($p < 0,01$) dos resgates de fauna para distância de vegetação e de rios (figura 3). Os resultados do índice mostram alta dependência espacial entre os pontos de resgate de fauna e a proximidade de fragmentos de vegetação e de rios nas bacias hidrográficas dos rios Cachoeira e Cubatão. A análise apontou a formação de grupos (*clusters*) na ocorrência dos resgates de fauna, com maior ocorrência em áreas próximas a fragmentos de vegetação e rios na área de estudo.

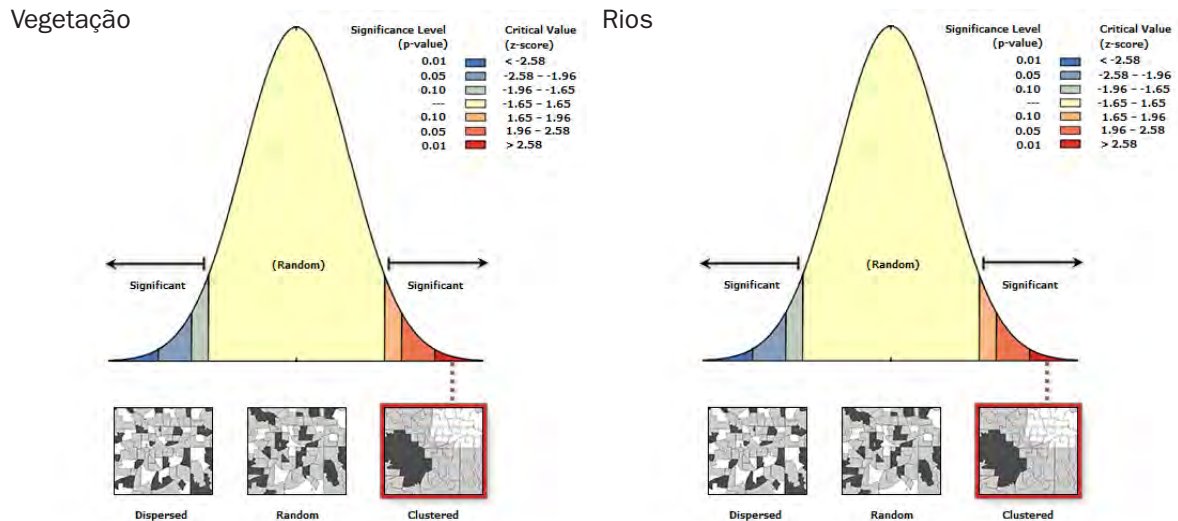


Figura 3 – Índice de Moran dos pontos de resgate e distância de vegetação (esquerda) e de rios (direita).

Fonte: primária.

CONCLUSÃO

Os dados coletados sobre o resgate de fauna do ano de 2020, realizado pelo Corpo de Bombeiros de Joinville nas bacias hidrográficas do Rio Cachoeira e do Rio Cubatão, sinalizaram um total de 282 espécimes coletados, distribuídos em 10 ordens.

As ordens de maior ocorrência foram Didelphimorphia (gambá), com 48,9% (n=138), e Squamata (cobra), com 37,6% (n=106).

A análise de densidade de Kernel para os pontos de resgate demonstrou que na bacia do Rio Cachoeira houve até 14 resgates/km², principalmente nos bairros centrais. No Rio Cubatão, a densidade de Kernel para os pontos de resgate foi mais baixa, com um máximo de 4 resgates/km². A maior densidade de pontos de resgate no Rio Cachoeira explica-se pelo maior número de residências.

O índice de Moran apontou a formação de grupos (*clusters*), havendo correlação espacial significativa ($p < 0,01$) dos pontos dos resgates de fauna com a proximidade de fragmentos de vegetação e com rios, na área de estudo.

REFERÊNCIAS

- Aguirre, A. A. Wild canids as sentinels of ecological health: a conservation medicine perspective. *Parasites & Vectors*. 2009; 2(Suppl. 1): S7.
- Alberti, M. Maintaining ecological integrity and sustaining ecosystem function in urban areas. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 2010; 2: 178-184.
- Assis, L. S., Campos, M. & Girão, V. J. Manejo de fragmentos florestais degradados. Campinas: The Nature Conservancy; 2019. 172 p.
- Campos, J., Santos, J., Salvador, M. & Lima, V. Análise e propagação dos efeitos de borda no Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, Areia – PB. *Revista Geográfica Acadêmica*. 2018; 12(2): 21-36.
- Comitê Cubatão Cachoeira Joinville – CCJ. Moção n.º 01, de 23 de setembro de 2016 (CBH – Rios Cubatão e Cachoeira). Joinville; set. 2016. [Acesso em: 4 fev. 2022]. Disponível em: https://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/Comite%20Rio%20Cubatao%20Norte/Legislacoes/Comite/mocoos/2016/Mocao-Enquadramento-Setembro.2016.pdf.

Fauna Digital Rio Grande do Sul. Gambá (*Didelphis aurita*). [Acesso em: 17 fev. 2022]. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/faunadigitalrs/mamiferos/ordem-didelphimorphia/familia-didelphidae/gamba-didelphis-aurita/>.

Fauna Digital Rio Grande do Sul. *Helicops infrataeniatus*. [Acesso em: 14 nov. 2021]. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/faunadigitalrs/helicops-infrataeniatus/>.

Figueiredo, C. Padrões de interações entre humanos e animais silvestres no Rio de Janeiro, uma megacidade no hotspot de biodiversidade da mata atlântica [Trabalho de Conclusão de Curso]. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro; 2019.

Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina – Fatma. Atlas ambiental da região de Joinville: complexo hídrico da Baía da Babitonga. Joaquim L. Knie (Coord.). Florianópolis: Fatma/GTZ; 2002. 58 p.

Fundação SOS Mata Atlântica. Relatório Anual. São Paulo; 2016. 53 p.

Gomides, S. C. Diversidade de Squamata em fragmentos florestais urbanos de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil [Dissertação de Mestrado]. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora; 2010.

Gonçalves, M. L., Zanotelli, C. T. & Oliveira, F. A. Diagnóstico e prognóstico das disponibilidades e demandas hídricas do Rio Cubatão do Norte, Joinville, Santa Catarina. Joinville: Editora Univille; 2006. 92 p.

Gvozdik, L. & Castilla, A. M. A comparative study of preferred body temperatures and critical thermal tolerance limits among populations of *Zootoca vivipara* (Squamata: Lacertidae) along an altitudinal gradient. *Journal of Herpetology*. 2001; 35: 486-492.

ICMBio/MMA. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Brasília; 2018. 492 p.

Lucambio, F. Estimador Kernel da função de densidade. Curitiba: Universidade Federal do Paraná/Departamento de Estatística; 2008. 12 p.

Maia, B. G. O., Klostermann, D., Ribeiro, J. M. G., Simm, M., de Oliveira, T. M. N. & Barros, V. G. Bacias hidrográficas da região de Joinville. Joinville: Editora Univille; 2014. 94 p.

Mapbiomas. 2019. [Acesso em: 3 jan. 2022]. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>.

Martins, J. S., Richter, M. & de Souza, E. M. F. da R. Análise dos conflitos por terra no município de Paraty-RJ por meio do estimador de densidade Kernel. *Revista Continentes*. 2017; 6(11): 194-220.

Meris, I. G., Vieira, C. V. & Dorneles, S. Análise de métricas de paisagem dos fragmentos florestais nas bacias hidrográficas dos rios Cubatão e Cachoeira, Joinville, SC. *Caderno de Iniciação Científica (Pibic) – Univille*. 2020; 22: 41-48.

Moran, P. A. P. Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika*. 1950; 37(1/2): 17-23.

Muller, C. R., Oliveira, F. H. & Luiz, E. L. Bacias hidrográficas urbanas e a problemática das inundações – estudo de caso: bacia hidrográfica do Rio Cachoeira, Joinville, SC [Dissertação de Mestrado]. Florianópolis: Universidade do Estado de Santa Catarina; 2013.

Nicknich, D. O meio urbano e os impactos sobre a fauna silvestre: estudo retrospectivo da fauna recebida no zoológico municipal de Canoas, RS [Trabalho de Conclusão de Curso]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2017.

Prefeitura Municipal de Joinville – PMJ. Plano de manejo da área de proteção ambiental Serra Dona Francisca (DIPM). 2012. [Acesso em: 13 nov. 2021]. Disponível em: <https://www.joinville.sc.gov.br/publicacoes/documentacao-area-de-protecao-ambiental-apa-serra-dona-francisca/>.

Primack, R. B. & Rodrigues, E. *Biologia da conservação*. Londrina: Editora Rodrigues; 2001. 328 p.