

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA E ZOOLOGIA  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Bruna Nunes Krobel

Análise de distribuição potencial de *Leopardus guttulus* (Hensel, 1872) no Parque Nacional de São Joaquim, Santa Catarina.

FLORIANÓPOLIS – SC

2022

Bruna Nunes Krobel

Análise de distribuição potencial de *Leopardus guttulus* (Hensel, 1872) no Parque Nacional de São Joaquim, Santa Catarina.

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em 2022 do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. José Salatiel Rodrigues Pires  
Coorientador: Ma. Paula Danyelle Ribeiro de Souza.

FLORIANÓPOLIS – SC  
2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Krobel, Bruna Nunes

Análise de distribuição potencial de *Leopardus guttulus* (Hensel, 1872) no Parque Nacional de São Joaquim / Bruna Nunes Krobel ; orientador, José Salatíel Rodrigues Pires, coorientadora, Paula Danyelle Ribeiro de Souza, 2022.

73 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Ciências Biológicas. 2. Ciências Biológicas . 3. Distribuição Potencial de Espécies. 4. Unidades de Conservação. 5. Felino Neotropical. I. Pires, José Salatíel Rodrigues . II. Souza, Paula Danyelle Ribeiro de . III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciências Biológicas. IV. Título.

Bruna Nunes Krobel

Análise de distribuição potencial de *Leopardus guttulus* (Hensel, 1872) no Parque Nacional de São Joaquim, Santa Catarina.

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciências Biológicas

Florianópolis, 15 de Julho de 2022.

---

Profa. Dra. Daniela Cristina de Toni  
Coordenadora do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Dr. José Salatiel Rodrigues Pires  
Orientador(a)  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Ma. Paula Danyelle Ribeiro de Souza  
Coorientadora  
Universidade Federal de São Carlos

---

Dr. Juliano André Bogoni  
Avaliador  
Universidade de São Paulo

---

Dr. Marcos Adriano Tortato  
Avaliador  
Caipora Cooperativa

---

Dr. Michel Tadeu Rodrigues Nolasco de Omena  
Avaliador

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

Dedico este trabalho a todas as pessoas que me deram apoio e aos meus anjos de quatro patas.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a minha família. Minha mãe, minha avó e meu padrasto, que são meus alicerces onde sem todo o suporte e apoio deles eu jamais estaria onde estou. Não consigo visita-los o tanto que gostaria, mas sempre os carrego no coração mesmo quando sumo do whats por causa de algum trabalho. Espero sempre orgulha-los tanto quanto me orgulho de vocês. A minha irmã, sobrinhas e cunhado que também sempre penso com carinho e saudades. Ao meu namorado Aleatório (sim esse é o “nome”), que também me deu todo o apoio do mundo. Me aguentou estressada e indignada quando as coisas não davam certo ou mesmo quando estava esgotada. E acredite... não é algo fácil. Ele ajudou tanto que quase merece ter o nome como colaborador se o artigo sair (risos). Aos meus amigos que sempre acreditaram em mim e nunca me abandonaram. Espero lembrar de todos, mas caso não seja citado, não fiquem chateados. Minha memória de peixinho de aquário tem atuado mais do que nunca.

A minha melhor mais antiga e amada amiga que dividimos o mesmo nome, a mesma faculdade, o mesmo curso e até laboratório. Mas ela foi para os lado dos marinhos. Tudo bem, ninguém é perfeito kkkkk

E por falar neles. O LAMAQ foi uma segunda casa, com muitos amigos e colegas. Agradeço imensamente a Luana Meyer por ter me apresentado ele. E falar do LAMAQ não tem como não começar pelo Mau. O Mau é muito mais que um orientador, é um amigo que se possível quero levar p a avida toda. Não sei quantas vezes ia desaminada da vida falar com ele e voltava toda animada e esperançosa de que as coisas iam dar certo. Não foi meu orientador oficial, mas agarrou forte para me ajudar a concluir esse trabalho e a faculdade. Jamais terei palavras o suficiente para dizer o quanto te admiro e sou grata por todos os ensinamentos. Ao meu “desorientador”, como ele mesmo diz, Salatiel, que também teve a toda a paciência do mundo para me ensinar a trabalhar com Mapinfo e das reuniões q tivemos que sempre resultaram em belas risadas. A minha coorientadora Paulinha, que admiro demais. Certamente uma das melhores parceiras de campo e uma assídua jogadora de cartas “ué, cadê o jogo que tava aqui”. Obrigada pelas risadas, ensinamentos e parceria. Ao Jorge que me ensinou e ajudou a fazer as taxidermias no laboratório, sempre me divertia com ele. A Babi, linda, inteligente e esforçada que é uma verdadeira inspiração e fonte de risadas. Théo e Gui, que chegaram agora para deixar o time mais divertido. Quero agradecer também ao Bogoni, que

foi a primeira pessoa a me levar para campo e que também protagonizou umas das histórias que mais gosto de contar (por favor, não briga comigo kkkkkk).

Aos meus amigos e colegas da faculdade, que passamos por tantos perrengues juntos e sempre conseguimos nos levantar de novo. As minhas quimeras favoritas Renato, Marcos e Débora. Que foram ótimos amigos e colegas de apartamento. Sinto muita falta dessa época. A Ange e a Sal que sempre foram parceiras maravilhosas de estudo pois sempre vinham com risadas. Paulinha, Mari, Jeh, Thais, Bea, e tantos outros que não vão caber aqui mas que sempre vou lembrar com carinho.

Agradeço meus amigos fora do curso também, por me proporcionarem momentos de distração e relaxamento. É importante e faz parte kkkkk. Minha amiga de Yasmim, o Alison que também merece destaque por ser alguém muito especial e querido, o “pessoal” do Covil Ton, Ann e Ari, os amigos do Beco, as vampiras dançarinas e tantos outros...

Ao meu pai, meus irmãos e a Gina, que tive o prazer de ter uma reaproximação e espero que perdure. É muito importante para mim.

Para quem me conhece mais de perto sabe que esse ano não tem sido nada fácil para mim e o quanto gostaria de rebotar ele. Por isso não tenho como deixar de mencionar a minha Selúne que esteve comigo por sete anos me inundando com sua fofura e apoio nas noites em claro por causa da faculdade. A Lizzy que em menos de um ano me deu tanto carinho que não consigo nem mensurar. A minha Marie e Selina que são tão amadas e especiais que estão proibidas de partirem. Ambas estão bem cientes disso.

Por fim, quero agradecer a UFSC, por todas as oportunidades e conhecimento que me foram fornecidos. Ao PELD-BISC e a FAPESC, pela oportunidade de trabalhar no PNSJ e ter experiências incríveis. A cada uma das pessoas que foram comigo a campo. Ao Projeto Fauna Floripa da qual tenho orgulho de fazer parte, ter visto nascer e crescer. A todos vocês meu eterno muito obrigada!

Aquilata-se o grau de cultura e civilização de um povo pela forma como tratam os animais (Mahatma Gandhi).

## RESUMO

Os modelos de distribuição de espécies (MDEs) vêm sendo utilizados para indicar áreas mais adequadas para a conservação de espécies e nos possibilitando estimar o quanto as Unidades de Conservação (UCs) estão abrigoando e protegendo-as de fato. *Leopardus guttulus* é a menor espécie de felino brasileiro, classificado como vulnerável a nível global e nacional. Sua distribuição ocorre da região sul até o centro-oeste do Brasil, e regiões da Argentina e do Paraguai. Analisamos a distribuição potencial de *L. guttulus* no Parque Nacional de São Joaquim (PNSJ) e zona de amortecimento através dos dados de ocorrência da espécie (n=130) verificando relações com variáveis bioclimáticas e de uso de solo. Quantificamos a contribuição do PNSJ e seu zoneamento para a preservação dessa espécie. Para elaboração dos modelos do uso do solo fizemos um Modelo Linear Generalizado (GLM) com buffers de 2 e 5km. O MDE bioclimático foi feito através do software QGIS. Comparamos o MDE com o mapa de fitofisionomia de SC para verificar o tipo vegetacional predominante na distribuição dentro do parque. Nos modelos do uso do solo observamos que as variáveis que melhor explicam a presença da espécie são maiores quantidades de Florestas nativas e maiores Altitudes. Floresta nativa teve uma relação significativa com presença/ausência da espécie com o  $p < 0,0001$  (buffers 2km) e  $p < 0,001$  (buffers 5km), enquanto a Altitude demonstrou ser significativa no modelo de 2km ( $p = 0,037$ ) e marginalmente significativa no de 5km ( $p = 0,09$ ). Isso corrobora com o que esperávamos já que é conhecimento comum a espécie ser florestal com registros em altitudes de até 2000m. O PNSJ abriga 469,1 km<sup>2</sup> de área adequada para a espécie, o que corresponde a 94,4% da área total do parque. Se considerarmos a zona de amortecimento, esse valor sobe para 739,1 km<sup>2</sup>, que equivale a 83,3% de áreas adequadas. As zonas Primitiva, Uso Intensivo, Uso Conflitante possuem 100% de adequabilidade para a espécie. As zonas Intangível e de Uso Extensivo abrigam mais de 90% de áreas, enquanto a de recuperação fica com a menor quantidade (62%) de adequabilidade. Floresta Ombrófila Mista e Campos Naturais foram as fitofisionomias que apresentaram as maiores porcentagens de áreas adequadas (100%) para *L. guttulus*. Florestas nebulares e de faxinais possuem mais de 90% das áreas adequadas, sendo que a primeira é também a área mais presente no território do parque (258,3 km<sup>2</sup>; 96,9%). A Floresta Ombrófila Densa foi a fitofisionomia com menor quantidade de áreas adequadas, acreditamos que devido às diferenças de temperatura com relação às outras fitofisionomias. Considerando SC um dos estados mais importantes para a conservação de *L. guttulus*, devido a abrigar altas densidades da espécie, possivelmente o PNSJ está entre as UCs mais importantes para conservação da espécie no estado, se não a mais importante. Afinal, os limites do parque possuem, quase em sua totalidade, áreas adequadas para a espécie em termos climáticos.

**Palavras-chave:** Área de ocorrência. áreas protegidas. felídeos neotropicais. gato-do-mato-pequeno-do-sul. modelos de distribuição de espécies. modelo linear generalizado.

## ABSTRACT

Species distribution models (SDMs) have been used to indicate the most suitable areas for the conservation of species and allow us to estimate how much Fully Protected Areas are actually sheltering and protecting them. *Leopardus guttulus* is the smallest Brazilian feline species, classified as vulnerable globally and nationally. Is distributed from southern to central-western Brazil, and regions of Argentina and Paraguay. We analyzed the potential distribution of *L. guttulus* in São Joaquim National Park (PNSJ) and buffer zone through species occurrence data (n=130) verifying relationships with bioclimatic and land use variables. We quantified the contribution of each area of the zoning of the PNSJ management plan in relation to climate suitability for the species. We used a Generalized Linear Model (GLM) with buffers of 5 km and 2 km to models the soil use. Bioclimatic SMD was performed using Geographic Information System QGIS. We used the SC phytophysiology map to verify the most adequate climatic conditions of the vegetation type in the PNSJ. Our land use models indicate that the variables that best explain the presence of the species are greater amounts of native forests and higher altitudes. Native forest had a significant relationship with *L. guttulus* to buffers with 2km and 5km ( $p < 0,001$ ), while Altitude proved to be significant in the 2km model ( $p=0.037$ ) and marginally significant in the 5km model ( $p=0.09$ ). Native forest had a significant relationship with the species ( $p < 0.001$ ) when using buffers of 2 and 5 km, while Altitude was significant to buffers of 2 km ( $p=0.037$ ) and marginally significant to buffers of 5 km ( $p=0.09$ ). This corroborates what we expected, as the species is known to have a forest habit and to be found at altitudes of up to 2000m. The PNSJ has 469.1 km<sup>2</sup> of suitable areas for the species, which corresponds to 94.4% of the total area of the park. If including the buffer zone, then this value rises to 739.1 km<sup>2</sup>, which is equivalent to 83.3% of adequate climatic conditions. The Primitive, Intensive using, conflict using zones have 100% suitability for the species. The Intangible and Extensive Use zones contain more than 90% of areas, while the recovery zone has the lowest amount (62%) of suitability. The Mixed Ombrophylous Forest and the Natural Fields were the phytophysionomies that presented the highest percentages of suitable areas (100%) for *L. guttulus*. Cloud and Faxinal Forests have more than 90% of the suitable areas, and the former is also the most present phytophysionomies in the PNSJ's territory (258.3 km<sup>2</sup>; 96.9%). The Dense Ombrophilous Forest was the phytophysionomy with the least amount of suitable areas. The Dense Ombrophilous Forest was the phytophysionomy with the least amount of suitable areas. We believe that the cause is the difference between temperature from others phytophysionomy. Due to the high densities recorded for *L. guttulus* Santa Catarina is considered one of the most important states for the conservation of the species. It is possible that the PNSJ is among the most important UCs for the conservation of the species in the state, if not the most important, since the limits of the park have, almost in their entirety, areas suitable for the species in climatic terms.

**Keywords:** Area of occurrence. protected area. neotropical felids, southern tiger cat, species distribution models. general linear model.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Seleção dos pontos de ocorrência de <i>Leopardus guttulus</i> no estado de Santa Catarina utilizados na análise de uso do solo.....	26
Figura 2 – Seleção dos pontos de ocorrência <i>Leopardus guttulus</i> no estado de Santa Catarina utilizados no modelo de distribuição potencial.....	26
Figura 3 – Distribuição potencial de <i>Leopardus guttulus</i> no Parque Nacional de São Joaquim – SC.....	33
Figura 4 – Distribuição potencial de <i>Leopardus guttulus</i> considerando o zoneamento do Parque Nacional de São Joaquim - SC.....	34
Figura 5 – Distribuição potencial de <i>Leopardus guttulus</i> nas fitofisionomias (sensu Klein 1978) presentes no Parque Nacional de São Joaquim - SC.....	36

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de áreas adequadas para a distribuição de <i>Leopardus guttulus</i> em cada zona do Parque Nacional de São Joaquim, e o valor proporcional (%).....	35
Tabela 2 – Quantidade de áreas adequadas para a distribuição de <i>Leopardus guttulus</i> e percentuais das fitofisionomias (sensu Klein 1978) presentes no Parque Nacional de São Joaquim - SC .....	35

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIC – Akaike

ALT – Altitude

AUC – Area Under The Roc Curve (Área sob a curva AUC)

FED – Floresta Estacional Decidual

FLO – Floresta nativa

FOD – Floresta Ombrófila Densa

FOM – Floresta Ombrófila Mista

GLM – Modelo Linear Generalizado

H2O – Corpos d'água

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

Km – Quilômetro

Km<sup>2</sup> – Quilometro quadrado

LAMAQ – Laboratório de Mamíferos Aquáticos

MDE – Modelo de Distribuição de Espécie

PELD-BISC - Programa de Ecologia de Longa Duração da Biodiversidade de Santa Catarina

PNSJ – Parque Nacional de São Joaquim

PPF – Projeto Parques e Fauna

REF - Reflorestamento

SC – Santa Catarina

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

SOEX – Solo exposto ou mineração

UC – Unidade de Conservação

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

VIF – Fator de Inflação da Variância

VU – Vulnerável

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>18</b>
2.1	OBJETIVO GERAL .....	18
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICOS .....	18
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
3.1	ÁREA DE ESTUDO .....	19
3.1.1	Santa Catarina .....	19
3.1.1.1	Clima.....	19
3.1.1.2	Vegetação .....	19
3.1.2	Parque Nacional de São Joaquim .....	21
3.2	OBJETO DO ESTUDO .....	23
3.3	AMOSTRAGEM DE DADOS .....	24
3.3.1	Registros de presença .....	24
3.3.2	Viés de amostragem.....	25
3.4	ANÁLISE DE DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL E DE USO DO SOLO .....	27
3.4.1	Modelo Linear Generalizado .....	27
3.4.2	Modelagem de Distribuição Potencial da Espécie.....	28
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>30</b>
4.1	MODELO DE USO DE SOLO .....	30
4.1.1	Seleção das variáveis preditoras ambientais - buffer de 5 km.....	30
4.1.1.1	GLM dos buffers de 5 km.....	31
4.1.2	Seleção das variáveis preditoras ambientais - buffer de 2 km.....	31
4.1.2.1	GLM dos buffers de 2 km.....	31
4.2	MODELO BIOCLIMÁTICO .....	32
4.2.1	Variáveis climáticas.....	32
4.2.1.1	Mapa de adequabilidade .....	32

<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>36</b>
5.1	MODELO DE USO DE SOLO .....	36
5.2	MODELO BIOCLIMÁTICO .....	37
5.2.1	Clima.....	37
5.2.2	Fitofisionomia.....	38
5.2.3	Zoneamento .....	40
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>41</b>
	REFERÊNCIAS .....	43
	APÊNDICE A – Tabela com os registros de ocorrência de <i>Leopardus guttulus</i> em Santa Catarina utilizados em cada análise. ....	54
	APÊNDICE B – Valores do teste VIF das variáveis preditoras ambientais selecionadas para os modelos de uso do solo - Buffer de 5 km. ....	59
	APÊNDICE E – Valores do teste VIF das variáveis preditoras ambientais selecionadas para os modelos do uso do solo - buffer de 2 km.....	62
	ANEXO A – Variáveis bioclimáticas utilizadas para a elaboração do modelo pelo software Maxent. ....	65
	ANEXO C – Script do teste de VIF usado para verificar a autocorrelação das variáveis bioclimáticas (R studio) .....	67
	ANEXO A – Variáveis bioclimáticas utilizadas para a elaboração do modelo pelo software Maxent.....	65
	ANEXO B – Valores de contribuição das variáveis climáticas após o teste de Jackknife, no Maxent. Destacado em vermelho estão as variáveis que foram selecionadas.....	66
	ANEXO C – Script do teste de VIF usado para verificar a autocorrelação das variáveis bioclimáticas (R studio).....	67
	ANEXO D - Script do VIF e GLM utilizado para gerar os modelos do uso do solo (R studio).....	69

## 1 INTRODUÇÃO

O bioma Mata Atlântica é um dos cinco hotspots de biodiversidade mais importantes do mundo, devido a alta diversidade das espécies e também pelo seu estado de ameaça (MYERS *et al.*, 2000). Essa alta diversidade e endemismo é favorecida pelas características geográficas que, juntamente ao gradiente de distribuição altitudinal (RIBEIRO *et al.*, 2009), abriga diversas fitofisionomias como florestas, restingas, manguezais e campos naturais, por exemplo (LAURANCE, 2009). Santa Catarina (SC) é totalmente coberta por Mata Atlântica e possui as seguintes fitofisionomias: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Decidual, Campos Naturais, Vegetação litorânea, Floresta Nebular e Floresta de Faxinais (KLEIN, 1978). Essa heterogeneidade e riqueza de ecossistemas refletem nos fatores abióticos como o clima, por exemplo, também considerados determinantes na composição mastofaunística ao longo do bioma (GRAIPEL *et al.*, 2017).

Porém, a Mata Atlântica brasileira se encontra altamente impactada por atividades antrópicas como o desmatamento, expansão urbana, caça, mudanças climáticas e a invasão de espécies exóticas (LAURANCE, 2009). Isso resulta em alterações e degradações da paisagem, perda de habitat e fragmentação florestal, consideradas as principais causas da perda de diversidade e alteração no padrão de distribuição de mamíferos (GALETTI *et al.*, 2009; BOGONI *et al.*, 2016; GRAIPEL *et al.*, 2017). O atual cenário da Mata Atlântica é crítico, sendo urgentemente necessária a conservação e restauração, bem como mitigar a situação criando corredores ecológicos visando aumentar a conectividade entre os fragmentos florestais e conseqüentemente da paisagem (RIBEIRO *et al.*, 2009).

A criação de áreas protegidas tem sido uma das estratégias mais utilizadas e eficientes para a conservação da vida silvestre e sua biodiversidade (BRITTEZ *et al.*, 2003; MACE, 2014; SPEAR *et al.*, 2013; DA SILVA *et al.*, 2018). Entre elas as Unidades de Conservação, por meio de processos ecossistêmicos promovidos pela biodiversidade, protegem, restauram e fornecem serviços ecológicos, sociais e econômicos essenciais, como água potável; regulação do clima, temperatura e umidade; e conservação do solo; entre outros (MACKINNON; DUDLEY; SANDWITH, 2011). Elas são instituídas legalmente pelo poder público, em suas três esferas políticas: federal, estadual e municipal; e são divididas em dois grupos: uso sustentável e proteção integral (BRASIL, 2000).

Em SC, o Parque Nacional de São Joaquim (PNSJ) foi o primeiro parque nacional criado com o objetivo de conservar a biodiversidade, e um dos primeiros do Brasil a proteger

remanescentes da Floresta Ombrófila Mista (FERREIRA *et al.*, 2018). Para melhores resultados de manejo e gestão do parque, toda a sua extensão foi demarcada por zonas que identificam áreas com maior proteção, mais restritivas a presença humana, e áreas com possibilidade de uso para as atividades culturais, educativas e recreativas (FERREIRA *et al.*, 2018). Para que essa estratégia de conservação funcione é necessária uma gestão eficiente e o monitoramento da biodiversidade local (*in situ*), para definir as melhores estratégias de manejo (MACKINNON; DUDLEY; SANDWITH, 2011; COSTA-PEREIRA *et al.*, 2013).

O conceito moderno de nicho ecológico foi proposto por Hutchinson, em 1957, e indica ser multidimensional, se referindo em como a necessidade por recursos variados (água, alimento,...), a tolerância e outras condições (temperatura, velocidade do vento, umidade relativa, interações,...) descrevem como, em vez de onde, um organismo vive (TOWNSEND; BEGON; HARPER, 2009). Dentro do conceito de Hutchinson (1957), existe o conceito de nicho fundamental da espécie, que inclui os intervalos das condições ambientais necessárias para a existência da espécie, sem considerar a influência de interações bióticas, tais como competição e predação. Esse conceito é utilizado para estimar a extensão geográfica potencial das espécies, indicando respostas dos indivíduos aos parâmetros físicos e inferindo regiões geográficas de aptidão positiva, no qual combinações das variáveis ambientais associadas com a presença observada da espécie possam ser identificadas e projetadas em paisagens e regiões apropriadas (SOBERÓN; PETERSON, 2005).

Conhecer a distribuição geográfica de uma espécie é crucial para poder exercer atividades com viés científico, ecológico e conservacionista (CUYCKENS *et al.*, 2016). Para isso, os Modelos de Distribuição de Espécies (MDEs) tem sido amplamente utilizados para prever distribuição potencial das espécies (GUISAN; ZIMMERMANN, 2000), e permitem analisar a representação espacial delas em áreas protegidas quando combinado com Sistemas de Informação Geográfica (SIG) (ELITH; LEATHWICK, 2009; CUYCKENS; MORALES; TOGNELLI, 2015). Os MDEs contribuem para sanar alguns déficits de conhecimento (ELITH; LEATHWICK, 2009; ROEDDER; WEINSHEIMER; LOETTERS, 2010; KAMINO *et al.*, 2012; SCHERRER *et al.*, 2021; MAMMOLA *et al.*, 2021) como, o déficit Lineano - que se refere a falta de conhecimento taxonômico como a diferença entre espécies formalmente descritas e o número de espécies existentes; Déficit wallaceano - falta de conhecimento sobre a distribuição geográfica das espécies, um exemplo de onde o déficit Wallaceano está presente são as florestas do sudoeste da Amazônia e a bacia do Congo, consideradas regiões remotas e de difícil acesso; déficit Hutchinsoniano - falta de conhecimento sobre o nicho

ecológico das espécies, como histórias de vida, papéis funcionais, preferências ambientais (e.g. temperatura, ph) e respostas às mudanças de habitat (HORTAL *et al.*, 2015). São também uma importante ferramenta para testar hipóteses biogeográficas, estabelecer áreas prioritárias para conservação, avaliar impactos causados pelo uso do solo e outras mudanças ambientais na distribuição das espécies (GUISAN; ZIMMERMANN, 2000).

Análises da relação espécie-ambiente é um dos dogmas da ecologia, cujo a quantificação dessa relação representa o núcleo da modelagem geográfica, devido às hipóteses sobre a influência do ambiente sob a distribuição das espécies e comunidades (GUISAN; ZIMMERMANN, 2000; PEARSON; DAWSON, 2003). O clima foi precocemente reconhecido como uma importante variável para a explicação da distribuição de espécies (VON HUMBOLDT; BONPLAND, 1807; ARAÚJO; PEARSON, 2005) uma vez que as populações costumam mudar seu alcance em busca de habitats climáticos adequados, restringindo ou não, a sua distribuição (GUTIÉRREZ *et al.*, 2019).

Os carnívoros possuem um importante papel no funcionamento e manutenção dos ecossistemas, podendo agir como uma ferramenta para justificar projetos de áreas protegidas e planejamento de conservação (MACDONALD; LOVERIDGE; NOWELL, 2010). Dentre os carnívoros, os felinos são considerados importantes espécies guarda-chuva para a conservação, não apenas pelo seu nível trófico e grande área de vida, mas também pela beleza, significado cultural e carisma que os tornam excelentes espécies-bandeira utilizadas para cativar a atenção e colaboração do público aos projetos (MACDONALD; LOVERIDGE; NOWELL, 2010). Mesmo com essa importância, há poucos estudos sobre a ecologia dos felinos de pequeno porte (MACDONALD; LOVERIDGE; NOWELL, 2010; OLIVEIRA-SANTOS *et al.*, 2012; GRAIPEL *et al.*, 2014), principalmente quando comparados com os demais membros do grupo.

*Leopardus guttulus* é um felino neotropical de pequeno porte, que foi reconhecido como espécie recentemente, sendo separado de *L. tigrinus* (TRIGO *et al.*, 2013). Tem florestas como habitat preferencial e possui registros em altitudes elevadas, podendo chegar a 2000m (DE OLIVEIRA *et al.*, 2016) porém, a espécie também é registrada em habitats abertos e com baixas altitudes, como restingas (TORTATO; OLIVEIRA, 2005). Existem muitas lacunas de conhecimento envolvendo essa espécie em relação à sua história natural, ecologia, distribuição geográfica (TRIGO *et al.*, 2013; DE OLIVEIRA *et al.*, 2016; TRIGO *et al.*, 2018; LINCK *et al.*, 2021.). Assim como os demais felinos, *L. guttulus* é uma espécie carismática e pode ser uma excelente espécie-bandeira em prol da conservação (TORTATO;

OLIVEIRA, 2005), dessa forma, estudo com essa espécie considerada vulnerável a nível global (DE OLIVEIRA *et al.*, 2016) e nacional (TRIGO *et al.*, 2018) contribuiria para a proteção dos remanescentes da mata atlântica.

Considerando que SC é a área mais importante para a conservação de *L. guttulus*, por apresentar maior densidade que o restante da distribuição da espécie (DE OLIVEIRA *et al.*, 2013, 2016; KASPER *et al.* 2016; OLIVEIRA-SANTOS *et al.*, 2012), sendo registrada inclusive em pequenas manchas florestais e áreas alteradas (RINALDI *et al.* 2015; REGOLIN *et al.*, 2017; CRUZ *et al.*, 2018), esperava-se que a espécie possuísse pouca restrição de áreas adequadas ao longo da distribuição potencial no PNSJ, especialmente associado a ambientes florestais.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Predizer a distribuição geográfica potencial climática de *L. guttulus* no Parque Nacional de São Joaquim.

### **2.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS**

1. Avaliar as variáveis ambientais de uso do solo que melhor explicam a presença de *L. guttulus* em Santa Catarina.
2. Quantificar a área adequada para a distribuição da espécie no PNSJ.
3. Quantificar a área adequada para a distribuição da espécie na zona de amortecimento.
4. Quantificar a área adequada para a distribuição da espécie de acordo com o zoneamento descrito pelo plano de manejo do PNSJ.
5. Quantificar a área adequada para a distribuição da espécie nas diferentes fitofisionomias do PNSJ, segundo Klein (1948).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

##### 3.1.1 Santa Catarina

Este estudo foi realizado no estado de Santa Catarina (SC), o menor estado da região sul do Brasil com uma área oficial de 95.483 km<sup>2</sup>, mais 502 km<sup>2</sup> de águas territoriais, totalizando 95.985 km<sup>2</sup>, que corresponde a 1,12 % do território brasileiro e 16,61% da Região Sul (PANDOLFO *et al.*, 2002). O Estado faz fronteira com o Paraná (ao Norte), Rio Grande do Sul (ao Sul), Oceano Atlântico (Leste) e Argentina (Oeste) (CHEREM *et al.*, 2007) e está localizado entre as latitudes 26°00'S à 30°00'S, e longitudes 48°30'W a quase 54°00'W (PANDOLFO *et al.*, 2002).

##### 3.1.1.1 Clima

Segundo a classificação de KÖPPEN, SC possui clima mesotérmico úmido (sem estação seca) que incluem os subtipos: Cfa - Clima subtropical com verões quentes, mas sem estação seca definida, média de temperatura do mês mais frio inferior a 18°C e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C; e Cfb - Clima temperado propriamente dito com verões frescos e sem estação seca definida, média de temperatura do mês mais frio inferior a 18°C e temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C (PANDOLFO *et al.*, 2002). O clima Cfa é encontrado em altitudes abaixo de 700m, como na região oeste e ao longo do litoral catarinense (ALVARES *et al.*, 2013). O Cfb ocupa as demais áreas do estado que limitaram o Cfa pela altitude ou temperatura (< 22°C), por causa disso o Cfb ocupa as regiões mais frias do país como Urubici e São Joaquim, que possuem áreas com altitudes que superam 1800 m (ALVARES *et al.*, 2013). No estado, a precipitação média anual fica entre 1100 a 2900 mm e a média da umidade relativa entre 80-86% (KLEIN, 1978).

##### 3.1.1.2 Vegetação

Santa Catarina é totalmente coberta por Mata Atlântica, possuindo diferentes tipos vegetacionais formados sob a influência de fatores ambientais como altitude, relevo, solo e clima (KLEIN, 1978). Os tipos vegetacionais são:

**Floresta Estacional Decidual (FED):** Ocorre ao oeste do estado na divisa com a Argentina. É uma floresta aberta com muitos cipós e a principal característica desta fitofisionomia são árvores que perdem as folhas nos períodos mais secos e frios do ano (KLEIN, 1978).

**Floresta Ombrófila Densa (FOD):** Abrange o litoral e as serras litorâneas de SC sendo uma floresta fechada (densa), úmida e com muitos tipos de plantas formando várias camadas (KLEIN, 1978). Possui um dossel de 20 ou 30m com distribuição escalonada, precipitações altas e bem distribuídas ao longo do ano, e elevadas temperaturas com médias de média de 25°C (IBGE, 1992).

**Floresta Ombrófila Mista (FOM):** Ocorre em áreas com temperaturas baixas e altas altitudes, principalmente entre 800 e 1.200 m. Comumente é chamada de Mata de Araucária ou Floresta de Araucária devido às grandes quantidades da espécie presente na região (KLEIN, 1978).

**Campo Natural:** Estão associados à FOM tendo uma alta diversidade de espécies, com ambientes abertos havendo o predomínio de vegetação herbácea com a presença de comunidades arbustivas (KLEIN, 1978). Possui estações mais úmidas durante a primavera e verão onde ocorre chuvas intensas, comumente há a presença de nevoeiros densos e úmidos, enquanto nas épocas mais frias ocorrem as geadas e eventualmente a neve (RAMBO, 1953).

**Vegetação litorânea (restinga e mangue):** Encontra-se ao longo do litoral catarinense. Caracterizada pela presença da restinga, vegetação pioneira que ocupa solos arenosos; e dos mangues, que estão associados a lagunas, baías e estuários, e as marés (KLEIN, 1978).

**Floresta Nebular:** também chamada de matas ou matinhas nebulares, são encontradas associadas a áreas de borda com altitudes elevadas, entre 700 e 1.600

m, (KLEIN, 1978; FALKENBERG; VOLTOLINI, 1995) com vegetação não muito fechada (dossel de 5 - 10 m), precipitação alta (mais de 1.500 mm anuais), e a quase permanente presença de nuvens ou nevoeiros causados pela condensação de ventos oceânicos devido à altitude (IBGE, 1992; FALKENBERG; VOLTOLINI, 1995). Em alguns estudos a Floresta Nebular é retratada como uma zona de transição entre a FOM e FOD ou FOM e Campo Natural (FALKENBERG; VOLTOLINI, 1995; UHLMANN *et al.*, 2013), ou como uma subclassificação da FOD (IBGE, 1992).

**Floresta de Faxinais:** É uma fitofisionomia associada a áreas de elevadas altitudes, e pouco estudada. Muitas vezes é considerada em algumas literaturas como uma transição entre as FOD e FOM. (STRUMINSKI; STRACHULSKI, 2012).

### 3.1.2 Parque Nacional de São Joaquim

O Parque Nacional de São Joaquim está localizado no sudeste do estado de Santa Catarina, abrangendo parte dos municípios de Urubici, Grão Pará, Orleans, Lauro Müller e Bom Jardim da Serra, entre as coordenadas: 28°20'54,5" e 49°32'55,5", ao sul; 28°05'30,3" e 49°21'00,8" ao leste; 28°03'25,2" e 49°22'56,7" ao norte e 28°09'17,3" e 49°39'55,1" a oeste (FERREIRA *et al.*, 2018). O clima do parque é considerado temperado e muito úmido, com altitudes de 350 a 1822 m, temperatura média de 17°C, precipitações anuais entre 1250 e 1800mm e comum a formação de geadas e eventuais quedas de neve (DE SÁ, 2005). Segundo a classificação climática de KÖPPEN, o PNSJ está quase totalmente inserido no subtipo Cfb com pequenas porções na região leste do parque no Cfa, (ALVARES, *et al.*, 2013).

A altitude, o relevo ondulado e o clima favorecem a ocorrência de um mosaico na vegetação de mata atlântica do PNSJ, comportadas por FOD; FOM (Mata de Araucária); Floresta Nebulares e Campos Naturais (FERREIRA *et al.*, 2018). Segundo o mapa de fitofisionomias proposto por Klein (1978), o PNSJ também abriga a Floresta de Faxinais.

O plano de manejo do PNSJ estabeleceu o zoneamento segundo a Lei do SNUC (Lei No 9.985, de 18/07/2000) definindo as zonas que contribuem para que os objetivos sejam alcançados de maneira eficiente e harmônica (Artigo 2º., Inciso XVI). O PNSJ está dividido em seis zonas internas além da zona de amortecimento. As zonas são: 1) Zona Intangível; 2) Zona Primitiva; 3) Zona de Uso Extensivo; 4) Zona de Uso Intensivo; 5) Zona de Recuperação e 6) Zona de Uso Conflitante.

**Zona Intangível:** É a zona dedicada à proteção dos ecossistemas, recursos genéticos e ao monitoramento ambiental tendo sua área a mais preservada e primitiva possível. As únicas atividades humanas permitidas são de pesquisa desde que não haja impacto na estrutura local, geomorfológica, e/ou a dinâmica das espécies, populações e comunidades biológicas. Segundo o plano de manejo, essa zona comporta uma região coberta por FOD abrangendo as áreas mais íngremes da Serra Geral.

**Zona Primitiva:** Assim como a zona Intangível, a zona Primitiva tem como objetivo principal a preservação da área e ecossistemas naturais, além de permitir atividades de pesquisa científica com pouco impacto local. Essa área também permite visitas de baixo impacto contendo algumas trilhas do PNSJ, já utilizadas, mas não permitindo a abertura de novas. Segundo o plano de manejo, a vegetação dessa zona compreende os campos de altitude e as florestas nebulares, comportados pela FOM (matas de araucária).

**Zona de Uso Extensivo:** A maior parte dessa zona é constituída por áreas naturais podendo apresentar alterações antrópicas. Apesar de permitir visitação e atividades recreativas, seu objetivo é a manutenção do ambiente natural com o mínimo de impacto humano e atividades educativas. É a maior zona do parque abrangendo a maioria das trilhas.

**Zona de Uso Intensivo:** É uma zona onde ocorre muita atividade recreativa humana e de educação ambiental. Comporta centro de visitantes, museus, mirantes, observatórios, entre outras atividades, mas sempre tentando manter a área mais natural possível.

**Zona de Recuperação:** Tendo uma área altamente antropizada, essa zona visa ser restaurada para então ser incorporada a outra zona de proteção. Com o objetivo principal de restauração da área, essa zona deve erradicar as espécies exóticas invasoras que comportam seus limites para poder iniciar seu processo de restauração independente de ser natural ou induzida. A visitação é permitida apenas para ações de sensibilização, conscientização e educação ambiental, além de para fins de restauração da área.

**Zona de Uso Conflitante:** São regiões dentro do parque cuja utilização entra em conflito direto com os objetivos de conservação da UC. Essas regiões estão ocupadas por empreendimentos de utilidade pública, como linhas de transmissão, antenas, estradas, cabos

óticos entre outros. O manejo desta zona implica em dar solução parcial ou provisória à situação atual, elaborando estratégias que minimizem os impactos causados sobre a UC.

**Zona de amortecimento:** é a área que contorna os limites do PNSJ cuja as atividades antrópicas são obrigadas a seguir regras e restrições específicas, visando reduzir os impactos negativos causados sobre os recursos da UC (Lei Nº 9985/2000, Art. 2, inciso XVIII). O PNSJ não possui uma Zona de amortecimento implementada, no plano de manejo consta apenas uma proposta. Para este estudo elaboramos uma Zona de amortecimento utilizando as regras impostas pela Resolução CONAMA Nº 473 de 11/12/2015. Essa Resolução determina que dentro de uma faixa de 3 km, a partir dos limites da UC, todos os licenciamentos de empreendimentos que possam causar impactos ambientais necessitam de autorização do órgão responsável pela sua administração, que nesse caso é o ICMBio.

### 3.2 OBJETO DO ESTUDO

*Leopardus guttulus* (HENSEL, 1872) é a menor espécie de felino brasileiro, com peso adulto variando de 1,5 a 3kg (TRIGO *et al.*, 2018). Possui pelagem marrom-amarelado escuro a ocráceo, mais claro nas laterais do corpo; ventre branco ou cinza muito claro; pequenas rosetas escuras nas laterais do corpo com bordas pretas grossas e contínuas, raramente coalescendo em faixas oblíquas de pequeno porte; pelos da nuca voltados para trás característica que o difere de *L. wiedii*; o melanismo não é incomum na espécie (NASCIMENTO; FEIJÓ, 2017). A espécie era considerada uma subespécie do *L. tigrinus* até que estudos moleculares (TRIGO *et al.*, 2013) e morfológicos (NASCIMENTO; FEIJÓ, 2017) comprovaram a distinção das espécies. NASCIMENTO; FEIJÓ (2017) ainda propõe a separação em três espécies com ocorrência no Brasil: o *L. tigrinus* (SCHREBER, 1775), restrito a região norte do país; *L. emiliae* (THOMAS, 1914), na região nordeste; *L. guttulus*, região sul.

Atualmente a distribuição total dos *L. guttulus* ocorre da região sul até o centro-oeste do Brasil, na Argentina (província de Misiones) e no Paraguai (DE OLIVEIRA *et al.*, 2016; NASCIMENTO & FEIJÓ, 2017; TRIGO *et al.*, 2018). Esse felino está associado principalmente aos biomas ameaçados Mata Atlântica e Cerrado tendo como habitat preferencial áreas de florestas com altitudes elevadas podendo chegar a 2000 m (DE OLIVEIRA *et al.*, 2016), porém também é registrado em habitats abertos e com baixas

altitudes como restingas (TORTATO & OLIVEIRA, 2005). São indivíduos solitários e possuem hábitos preferencialmente noturnos, porém podem apresentar atividade catemeral na presença das outras espécies de felinos maiores com o objetivo de evitar pressões competitivas intra-guilda (OLIVEIRA-SANTOS *et al.*, 2012; NAGY-REIS *et al.*, 2019). A dieta dos *L. guttulus* é composta por pequenos mamíferos, aves, répteis (cobras e lagartos) e alguns invertebrados, apesar de encontrar alguns mamíferos com maiores massas (provavelmente filhotes) como: *Nasua nasua*, *Dasyprocta azarae*, *Didelphis albiventris*, *Philander frenatus*, *Cuniculus paca* e *Sylvilagus brasiliensis* (FACURE; GIARETTA, 1996; WANG, 2002; TORTATO; OLIVEIRA 2005; ROCHA-MENDES *et al.*, 2010; NAGY-REIS *et al.*, 2019).

A espécie *L. guttulus* se encontra em estado vulnerável (VU) a nível global (DE OLIVEIRA *et al.*, 2016) e nacional (TRIGO *et al.*, 2018). Em Santa Catarina, a espécie não consta estar ameaçada (CONSEMA, 2011), porém se encontra em declínio populacional, além de o estado ser considerado a principal área de conservação de *L. guttulus* por comportar populações mais viáveis devido aos remanescentes da Mata Atlântica e as áreas protegidas dentro dela (DE OLIVEIRA *et al.*, 2016). As principais ameaças à espécie se deve a perda e fragmentação de habitat causadas por atividades antropocêntricas (e. g. agricultura, expansão urbana, pecuária), caça ilegal, conflitos com proprietários rurais e/ou animais domésticos (cães e gatos) e atropelamentos (DE OLIVEIRA *et al.*, 2016). Inclusive, segundo Grilo *et al.*, (2021), *L. guttulus* é uma das quatro espécies, de todo o planeta, que pode ser extinta em até 50 anos caso o número de atropelamentos em SC não seja reduzido.

### 3.3 AMOSTRAGEM DE DADOS

Com a finalidade de aumentar a precisão da análise utilizamos os registros de presença de *L. guttulus* no estado de Santa Catarina, em ambas as análises, de distribuição potencial e de uso de solo, sendo feito um recorte da MDE para a região do PNSJ.

#### 3.3.1 Registros de presença

Avaliamos a distribuição potencial de *L. guttulus* a partir de um banco de dados de ocorrência de registros obtidos por armadilhas fotográficas (AFs), considerando apenas as coordenadas geográficas que possuíam precisão de até 1 km.

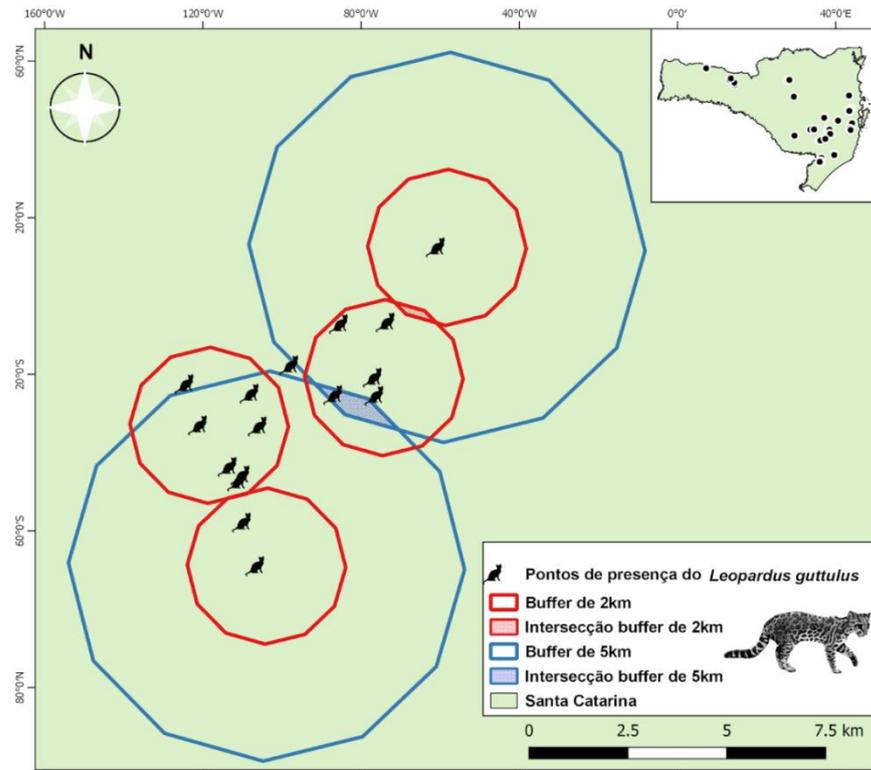
Foram estudadas áreas no estado de Santa Catarina entre 2005 e 2020 (APÊNDICE A), através do Programa de Ecologia de Longa Duração da Biodiversidade de Santa Catarina (PELD-BISC) e do Projeto Parques e Fauna (PPF). As amostragens no PNSJ foram realizadas por estudantes e pesquisadores da UFSC através do PELD-BISC em dois módulos de parcelas permanentes e ripárias, ao longo de dois períodos, entre os anos 2014 a 2017 e 2019 e 2020. As amostragens realizadas pelo PPF foram desenvolvidas por estudantes e pesquisadores da UFSC, consultores ambientais e gestores de Unidades de Conservação. A identificação da espécie foi feita pelo responsável do respectivo ao registro levando em consideração as características morfológicas. Os registros duvidosos, cuja a identificação da espécie não foi possível, foram classificados como *Leopardus* sp. e não entraram nas análises.

### 3.3.2 Viés de amostragem

Para verificar a existência de correlação entre *L. guttulus* e variáveis ambientais de uso de solo, minimizando os efeitos da autocorrelação espacial, devido ao esforço amostral desigual entre as regiões do estado (SEGURADO; ARAÚJO; KUNIN, 2006), foram elaborados buffers através do software Mapinfo (PHILLIPS; ANDERSON; SCHAPIRE, 2006), versão 3.4.4. Foram utilizados buffers de 2 km seguindo as recomendações de Regolin *et al* (2017) e 5 km considerando a distância de deslocamento (OLIVEIRA-SANTOS *et al.*, 2012). O centróide do buffer foi definido pelo registro de presença da espécie que abrangesse uma maior quantidade de outros registros próximos, resultando na obtenção de 33 buffers de 2 km e 22 buffers de 5 km (APÊNDICE A). Sendo definido à priori que a sobreposição entre os buffers não poderia ultrapassar 25% (BOGONI *et al.*, 2018), caso contrário seria descartado (Figura 1).

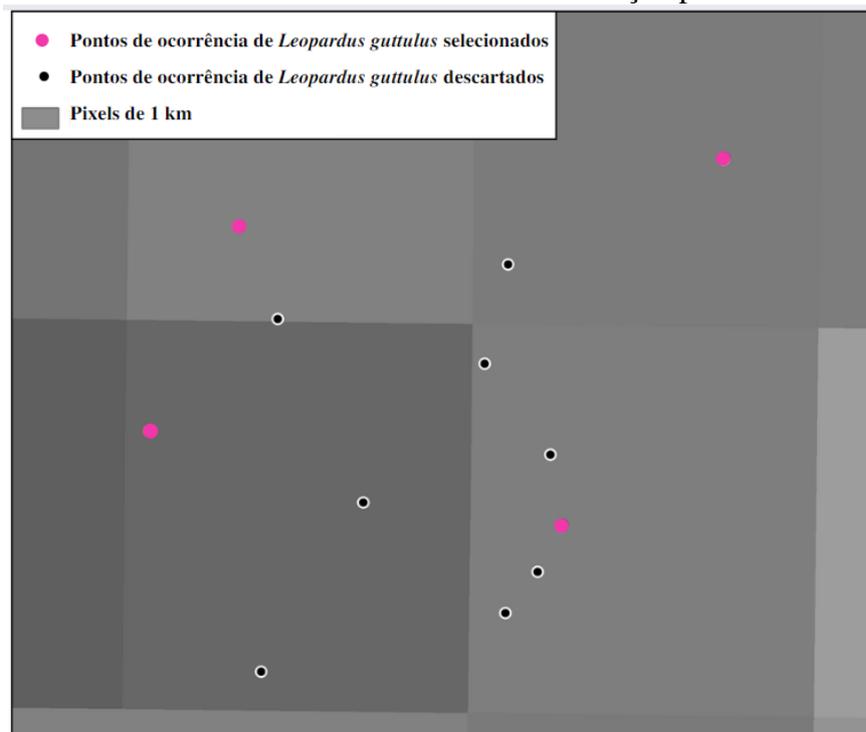
No caso dos modelos de distribuição potencial através das variáveis bioclimáticas, para evitar valores inflacionados que podem alterar a precisão dos modelos, foi feita uma seleção de um registro de presença por pixel de 30 arc-segundos ( $\cong 1\text{km}^2$ ), encontrados no raster de uma variável bioclimática, eliminando as sobressalentes (Figura 2). Essa seleção foi feita através do software QGIS (QGIS Development Team, 2022) versão 3.8.2. Dessa forma, dos 130 registros de presença iniciais, 85 foram utilizados nos modelos de distribuição potencial (APÊNDICE A).

Figura 1: Seleção dos pontos de ocorrência de *Leopardus guttulus* no estado de Santa Catarina utilizados na análise de uso do solo.



Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Figura 2: Seleção dos pontos de ocorrência *Leopardus guttulus* no estado de Santa Catarina utilizados no modelo de distribuição potencial.



Fonte: Elaborada pela autora (2022).

### 3.4 ANÁLISE DE DISTRIBUIÇÃO POTENCIAL E DE USO DO SOLO

Foram realizadas duas análises: uma regressão linear múltipla (Modelo Linear Generalizado - GLM) para verificar a relação de *L. guttulus* com variáveis ambientais (tipos do uso do solo). Feito isso, selecionamos o modelo mais parcimonioso através do critério de Akaike; e elaboramos Modelos de Distribuição Potencial de Espécies (MDEs) para verificar áreas potencialmente adequadas climaticamente para a distribuição da espécie.

#### 3.4.1 Modelo Linear Generalizado

As variáveis preditoras de uso do solo utilizadas, foram: Agricultura, Área construída ou urbanizada, Arroz irrigado, Corpos d'água, Floresta nativa, Pastagem ou Campo natural, Reflorestamento, Solo exposto ou mineração, Outra vegetação não florestal, Praia ou duna, Restinga. Adicionalmente, incluímos a variável de Altitude.

Utilizando o software Mapinfo (versão 11.0.0.15) elaboramos os buffers de 2 e 5 km que foram sobrepostos ao Mapa de Cobertura da Terra de Santa Catarina (VIBRANS *et al*, 2020). Assim, fizemos o recorte da área em hectares (ha) do tipo de uso do solo para cada buffer. Para a variável de altitude, os valores foram estipulados em metros a partir do ponto central de cada buffer, através do software QGIS, utilizando os valores de elevação disponibilizados pelo Wordclim ([www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)) versão 2.1 (FICK & HIJMANS, 2017).

As variáveis “Arroz irrigado”, “Vegetação não florestal”, “Restinga” e “Praia ou duna” apresentaram frequência muito abaixo que as demais variáveis preditoras, sendo ausentes em mais de 80% dos buffers de 2 e 5 km. Os valores desses tipos de uso do solo de áreas abertas foram agrupados com variáveis semelhantes. As variáveis de solo que foram unidas foram: Agricultura + Arroz irrigado, formando a variável “Agricultura”; e Pastagem ou campo natural + Vegetação não florestal + Restinga + Praia ou duna, formando a variável “Áreas abertas”. Verificamos ainda, com auxílio do google Earth que os pontos onde a restinga estava presente eram áreas bem arbustivas, se adequando bem a variável Pastagem ou campo natural.

Para analisar a multicolinearidade das variáveis preditoras, utilizamos o Fator de Inflação da Variância (VIF). A partir dos resultados do VIF, selecionamos as variáveis com valores < 2.0, considerados bons resultados no caso de modelos de regressão múltipla

(CRANEY; SURLES, 2002; AKINWANDE *et al.*, 2015). As análises foram feitas por meio do Software R-studio (versão 4.1.2; R Core Team, 2021).

Tendo as variáveis selecionadas, realizamos o GLM, uma técnica binomial que tem como objetivo explicar através de uma equação que prediz valores das relações entre a variável resposta, presença/ausência da espécie, e as variáveis preditoras ambientais (ZUUR *et al.*, 2009). Geramos os pontos aleatórios (ausência) dentro de SC tanto quanto a quantidade de registros de presença. Esses pontos foram gerados através do software QGIS e verificamos se estavam com pelo menos 5 km de distância das coordenadas dos registros de presença, para garantir que não haveria sobreposição dos pontos. Realizamos o GLM através do software R Studio versão 4.2.0.

Elaboramos os modelos utilizando inicialmente todas as variáveis e fomos removendo as que possuíam menor valor de contribuição para a presença da espécie nos modelos subsequentes. Por fim, duas últimas variáveis foram testadas de maneira individual, além de um modelo nulo. Utilizamos o critério de Akaike (AIC) para selecionar o melhor modelo, observando o valor de Delta AIC (valor do AIC subtraído pelo valor do melhor modelo), cujo modelos com valores menores ou iguais a 2 são considerados plausíveis (ANDERSON; BURNHAM, 2004). Para saber o quanto os modelos explicam a presença da espécie foi feito uma nova análise no R studio criando um “pseudo R<sup>2</sup>” que vai do valor de 0 a 100 (MCFADDEN, 1973). Verificamos se os desvios residuais dos modelos estavam dentro dos limites que excluem outliers, sendo esperado que fiquem sempre entre -3 e +3 (CHEN; LIU, 1993). A seleção dos modelos mais parcimoniosos através do AIC foi realizada para as variáveis obtidas para ambos buffers, de 2 km e de 5 km.

### 3.4.2 Modelagem de Distribuição Potencial da Espécie

As 21 variáveis bioclimáticas e de elevação (ANEXO A), utilizadas foram extraídas do conjunto de dados WorldClim ([www.worldclim.org](http://www.worldclim.org)) versão 2.1 (FICK & HIJMANS, 2017). Das 21 variáveis 19 já foram utilizadas em estudos de distribuição potencial de outras espécies de felinos como *Panthera onca* (TORRES *et al.*, 2008), *Prionailurus planiceps* (WILTING *et al.*, 2010), *Leopardus jacobita* (MARINO *et al.*, 2011), *Leopardus guigna* (CUYCKENS *et al.*, 2015) e *Leopardus geoffroyi* (CUYCKENS *et al.*, 2016). As variáveis apresentam as tendências anuais e sazonais entre os anos 1970 e 2000 com uma resolução de

30 arc-segundos (1 km<sup>2</sup>) (FICK; HIJMANS, 2017). Recortamos as 21 variáveis para a extensão do estado de SC, utilizando o programa QGIS.

A princípio realizamos um teste de *Jackknife* através do algoritmo Maxent (PHILLIPS; ANDERSON; SCHAPIRE, 2006) versão 3.4.4, para filtrar as variáveis com contribuição superior a 5% para a distribuição da espécie. Não há um consenso na literatura sobre a proporção ideal de variáveis preditoras na modelagem de distribuição potencial (PHILLIPS; ANDERSON; SCHAPIRE, 2006). Porém, uma baixa quantidade pode prejudicar os resultados (PEDUZZI, *et al.*, 1996), assim como, o uso de muitas variáveis pode acarretar em um sobreajuste do modelo (PHILLIPS; ANDERSON; SCHAPIRE, 2006).

Para garantirmos que os resultados não fossem inflacionados por variáveis correlacionadas, fizemos um teste VIF utilizando o software R Studio. Com isso, dentre as variáveis preditoras que estavam autocorrelacionadas, foram selecionadas as que obtiveram um VIF menor que dois (CRANEY; SURLS, 2002; DORMANN *et al.*, 2013).

Análises com apenas registros de ocorrência de espécies podem não ser considerados muito confiáveis, pois demonstra apenas onde a espécie foi registrada, mas sem indicar onde ela não é encontrada (PEARCE; BOYCE, 2006). Então, tem sido adicionado nos MDEs dados de pseudo-ausência (SOBERÓN; PETERSON, 2005), que seriam pontos onde a espécie não foi registrada, mas também não se sabe se realmente não ocorre naquele ponto. Esses ajustes nos dados facilitam a identificação das prováveis áreas de ausência e reduz as chances de erro nas áreas de presença das espécies, o que é extremamente importante considerando o objetivo conservacionista do estudo (RIBEIRO-SOUZA *et al.*, 2022).

A elaboração dos modelos de distribuição potencial, no Maxent, foi feito utilizando um modelo de distribuição geográfica do tipo correlativo, que utiliza apenas os dados bióticos (registros de presença e pseudo-ausência) e variáveis abióticas (variáveis bioclimáticas). Para os dados de pseudo-ausência foram utilizados o valor base do Maxent, 10000 pontos. O modelo foi validado utilizando 70% dos dados para treinar o algoritmo e 30% para teste (PHILLIPS; ANDERSON; SCHAPIRE, 2006), com 10 replicações através da técnica “bootstrap”, e 5000 interações para a elaboração do modelo final. Para medir o desempenho do modelo foi utilizado a área sob a curva (AUC) que verifica a capacidade de classificar corretamente os registros de presença/pseudo-ausência. A AUC provê valores de 0 a 1, onde 1 é desempenho do modelo é excelente e < 0,5 significa ruins, ou seja, não melhor que o acaso (FIELDING; BELL, 1997; PHILLIPS; ANDERSON; SCHAPIRE, 2006). Valores acima de 0.9 indicam que o modelo possui uma excelente capacidade preditiva (SWETS, 1988).

O modelo final é um mapa com pixels contendo valores entre 0 e 1, sendo que quanto mais próximo de 1 maior é a adequabilidade para a distribuição da espécie. Com o mapa pronto recortamos o polígono referente ao PNSJ, que é a principal área de interesse desse estudo, e avaliamos as áreas prioritárias para conservação de *L. guttulus* comparando com o atual zoneamento do PNSJ.

Construímos mapas binários de presença (1) e ausência (0) para que pudéssemos calcular a área (em km<sup>2</sup>) de distribuição potencial da espécie no PNSJ e em cada uma de suas zonas. Para isso estimamos os limites geográficos de presença e ausência da espécie. Utilizamos um limiar (threshold) que maximiza a soma de sensibilidade e especificidade (LIU *et al.*, 2013), utilizando os valores resultantes da análise no Maxent. Para este trabalho utilizamos o valor da sensibilidade máxima de treinamento mais especificidade do limite logístico (Maximum training sensitivity plus specificity Logistic threshold) como limiar (0,2841). As células, cujo os valores ficaram superiores ao limiar, são consideradas áreas adequadas para distribuição climática da espécie. O mapa binário e os cálculos das áreas foram feitos no QGIS.

Quantificamos a contribuição do PNSJ para a preservação dessa espécie no estado, uma vez que foi criado com o objetivo de proteger a biodiversidade. Verificamos a participação de cada zona dentro dos limites do parque. Também comparamos o MDE com o mapa de fitofisionomia de SC (KLEIN, 1978; MONITORASC, 2017) para verificar o tipo vegetacional que mais esteve presente na distribuição, dentro dos limites do parque. O mapa utilizado foi proposto por Klein, em 1978, comportando sete divisões fitogeográficas: Vegetação litorânea, Campos naturais, Floresta de Faxinais, Floresta Nebular, FED, FOM e FOD.

## **4 RESULTADOS**

### **4.1 MODELO DE USO DE SOLO**

#### **4.1.1 Seleção das variáveis preditoras ambientais - buffer de 5 km**

Cinco das oito variáveis preditoras dos buffers de 5 km tiveram valores de VIF abaixo de 2, indicando que estas não inflacionaram o modelo, as demais foram descartadas em testes anteriores. Os resultados do teste VIF com cinco variáveis foram: Corpos d'água = 1.173;

Floresta nativa = 1.186; Reflorestamento = 1.143; Solo exposto ou mineração = 1.016; Altitude = 1.194 (APÊNDICE B).

#### 4.1.1.1 GLM dos buffers de 5 km

O modelo mais parcimonioso foi o que incluiu as variáveis Floresta nativa ( $p < 0,01$ ) e Altitude ( $p = 0,09$ ), com uma explicação de 29,8% (pseudo R<sup>2</sup>). O modelo que incluiu apenas Floresta nativa, teve Delta AIC menor que 2 (0,993) e, portanto, foi considerado um modelo plausível com uma explicação de 27,4% (APÊNDICE C). Os valores dos desvios residuais dos modelos foram considerados ótimos, ficando entre 1,044 e 1,419, sendo o resultado do melhor modelo igual a 1,044, indicando ausência de outliers que pudessem prejudicar a análise (APÊNDICE D).

#### 4.1.2 Seleção das variáveis preditoras ambientais - buffer de 2 km

Cinco das oito variáveis preditoras dos buffers de 2 km tiveram um ótimo resultado, com valores de VIF abaixo de 2, indicando que estas não irão inflacionar o modelo, as demais foram descartadas em testes anteriores. Os resultados do teste com cinco variáveis foram: Corpos d'água = 1,027; Floresta nativa = 1,131; Reflorestamento = 1,134; Solo exposto ou mineração = 1,006; Altitude = 1,094 (APÊNDICE E).

#### 4.1.2.1 GLM dos buffers de 2 km

O modelo mais parcimonioso foi o que incluiu as variáveis Floresta nativa e Altitude ( $p < 0,001$ ;  $p < 0,05$ , respectivamente), com uma explicação de 33,2% (pseudo R<sup>2</sup>). Os modelos com as variáveis Corpos d'água + Floresta nativa + Reflorestamento + Altitude e com Floresta nativa + Reflorestamento + Altitude, também obtiveram um Delta AIC menor que 2 (0,697 e 0,952, respectivamente). Portanto foram considerados modelos plausíveis, com 37,4% e 34,6% de explicação, respectivamente. Em ambos modelos a Floresta nativa também possuía um  $p < 0,001$ , mas a Altitude demonstrou ser apenas marginalmente significativa com um  $p = 0,084$  e  $p = 0,074$ , respectivamente (APÊNDICE C). As demais variáveis não obtiveram um valor significativo. Os valores dos desvios residuais dos modelos foram

considerados ótimos, ficando entre 0,938 e 1,408, sendo o resultado do melhor modelo igual a 0,97, indicando ausência de outliers que pudessem prejudicar a análise (APÊNDICE F).

## 4.2 MODELO BIOCLIMÁTICO

### 4.2.1 Variáveis climáticas

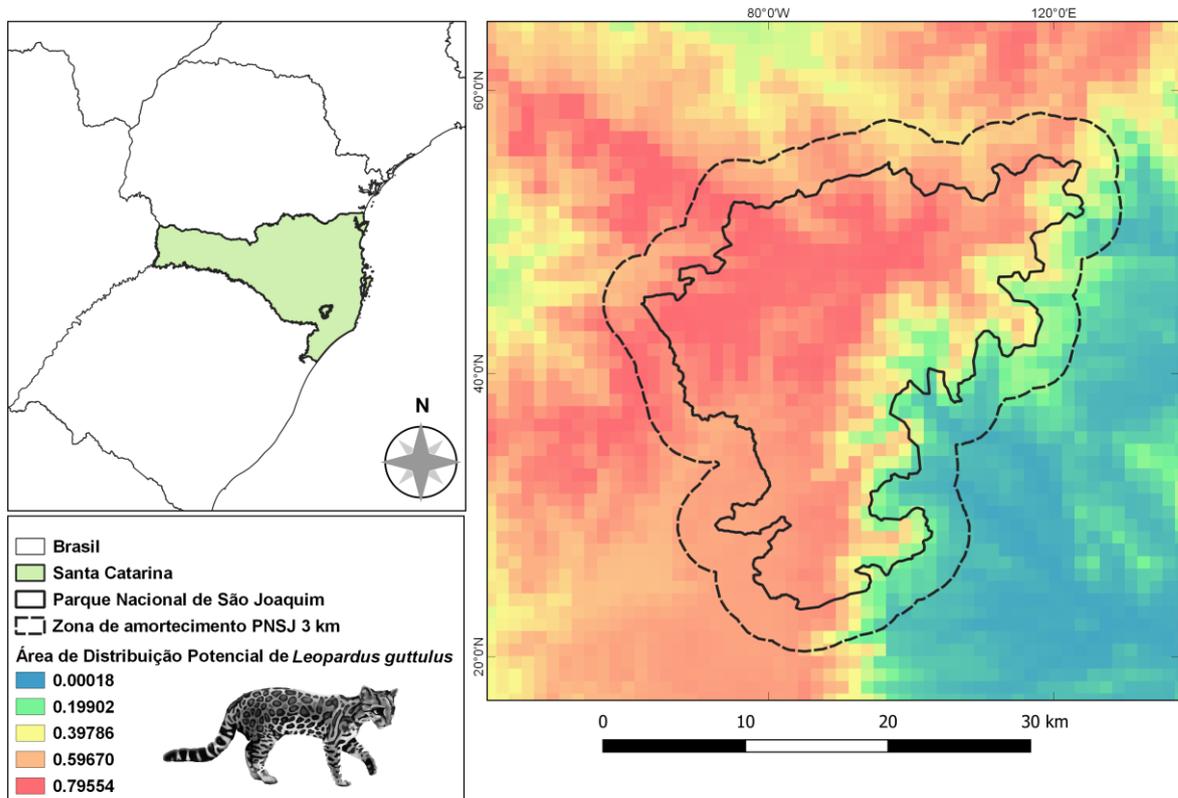
As variáveis que mais contribuíram com a presença da espécie, de acordo com o teste de Jackknife, foram: Velocidade do vento com 23,6% de contribuição, Sazonalidade de temperatura (18%), Precipitação do trimestre mais quente (17,2%), Temperatura média do trimestre mais quente (9%), Variação diurna média de temperatura (7,5%), Temperatura máxima do mês mais quente (5%) (ANEXO B).

Quatro das seis variáveis preditoras selecionadas tiveram valores de VIF abaixo de 2, indicando baixa autocorrelação, as demais foram descartadas. Os resultados do teste foram: Velocidade do vento (1,143), Temperatura média do trimestre mais quente (1,248), Precipitação do trimestre mais quente (1,298), Variação diurna média de temperatura (1,169) (APÊNDICE G).

#### 4.2.1.1 Mapa de adequabilidade

O mapa de adequabilidade gerado teve um valor de desempenho igual a 0,93 (Teste de AUC) demonstrando ser um modelo com excelente capacidade preditiva. A área total de distribuição potencial de *L. guttulus* no PNSJ foi de 469,1 km<sup>2</sup>, e corresponde a 94,4% de todo o território do parque. Se considerarmos a zona de amortecimento de 3 km, o valor de áreas adequadas, climaticamente, sobe para 739,1 km<sup>2</sup>, equivalendo a 83,3% da área total (Figura 3).

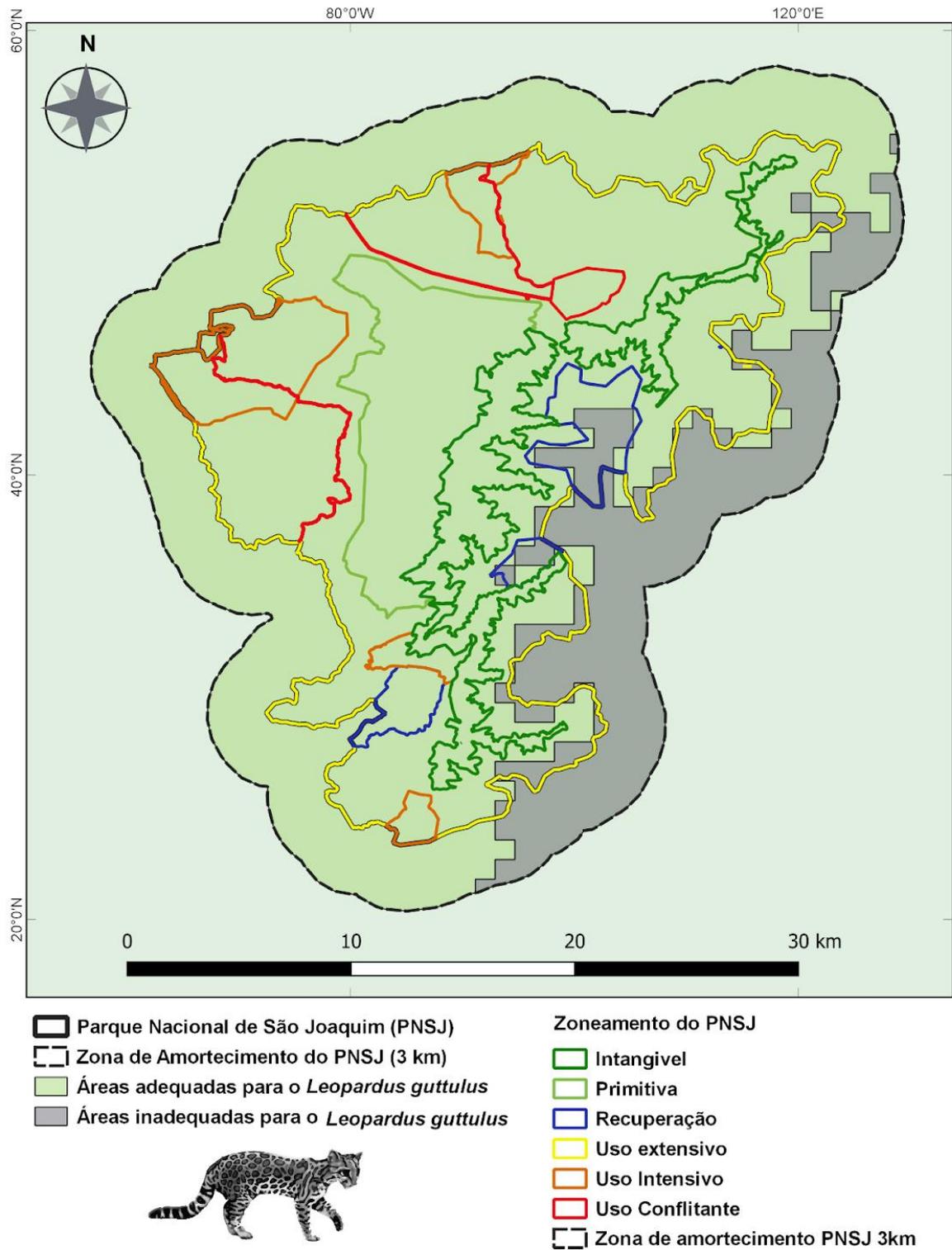
Figura 3: Distribuição potencial climática de *Leopardus guttulus* no Parque Nacional de São Joaquim – SC.



Fonte: Elaborada pela autora.

Com relação a distribuição potencial da espécie em relação ao zoneamento do PNSJ (Figura 4), a zona que mais possui áreas adequadas foi a de Uso Extensivo, com 286.39 km<sup>2</sup>, correspondendo a 54,1% da área total do parque. Porém comparando a distribuição potencial proporcionalmente ao tamanho da zona, as Zonas Primitiva, de Uso Intensivo e de Uso Conflitante possuem 100% das suas áreas adequadas para a distribuição da espécie. As demais zonas, (Intangível, de Uso Extensivo e de Recuperação) também possuem altos valores de áreas adequadas sendo 99,9%, 94,2% e 62%, respectivamente (Tabela 1).

Figura 4: Distribuição potencial de *Leopardus guttulus* considerando o zoneamento do Parque Nacional de São Joaquim - SC.



Fonte: Elaborada pela autora.

Tabela 1: Quantidade de áreas adequadas para a distribuição de *Leopardus guttulus* em cada zona do Parque Nacional de São Joaquim, e o valor proporcional (%).

<b>Zona do PNSJ</b>	<b>Área total (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área de distribuição potencial (km<sup>2</sup>)</b>	<b>%</b>
<b>Intangível</b>	61.14	61.08	99.9%
<b>Primitiva</b>	70.62	70.62	100.0%
<b>Uso Extensivo</b>	286.39	269.69	94.2%
<b>Uso Intensivo</b>	45.53	45.53	100.0%
<b>Zona de Recuperação</b>	28.66	17.78	62.0%
<b>Uso Conflitante</b>	6.38	6.38	100.0%

Fonte: Elaborada pela autora (2022).

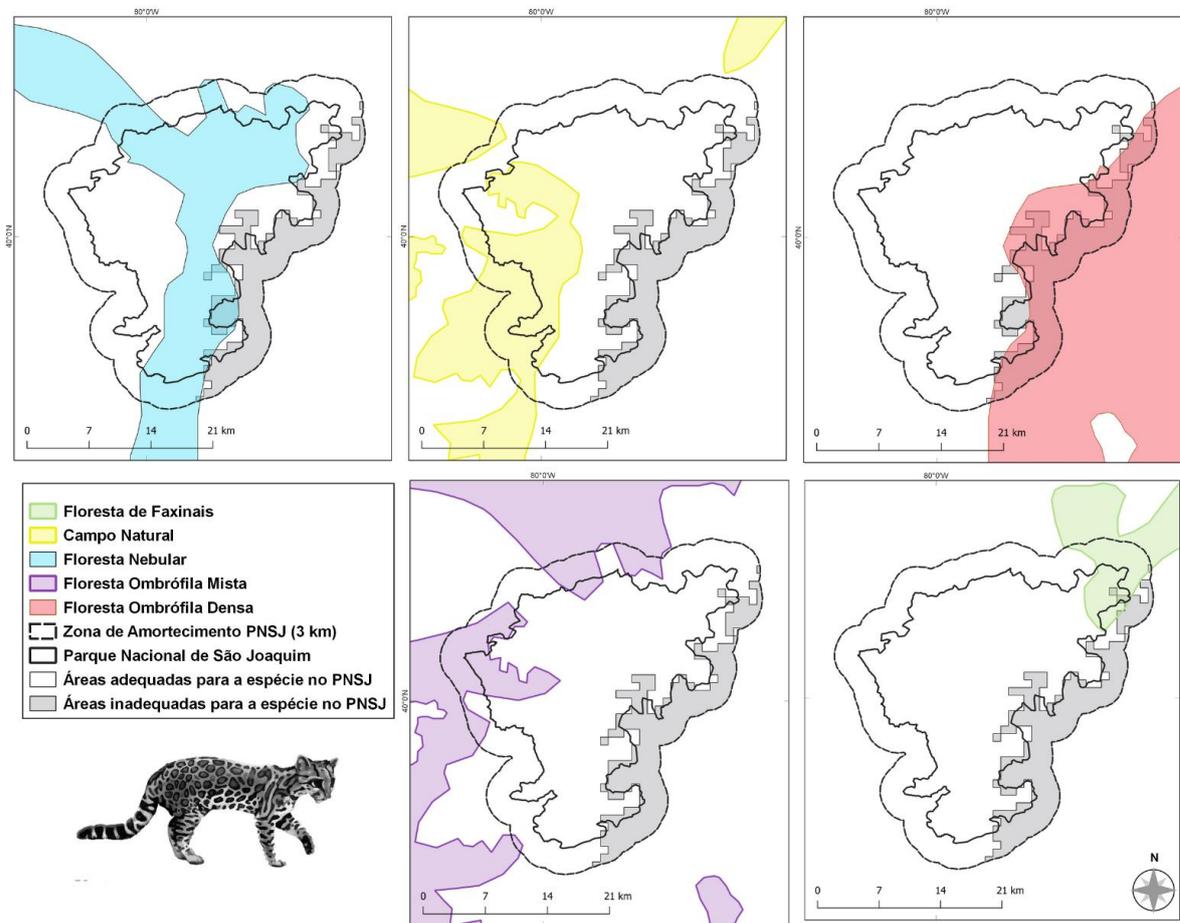
As fitofisionomias com as maiores áreas adequadas de distribuição potencial foram Floresta Nebular e Campos Naturais com 250,186 e 116,115 km<sup>2</sup>, respectivamente (Figura 5). Porém, as fitofisionomias com maior porcentagem de áreas adequadas de distribuição potencial foram FOM e Campos Naturais, ambos com 100% das áreas. As demais fitofisionomias, Floresta Nebular, Florestas de Faxinais e FOD, também tiveram altas porcentagens de áreas adequadas, com 96,9%, 92% e 71,8%, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2: Quantidade de áreas adequadas para a distribuição de *Leopardus guttulus* e percentuais das fitofisionomias (*sensu* Klein 1978) presentes no Parque Nacional de São Joaquim - SC.

<b>Fitofisionomia</b>	<b>Área total (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área de distribuição potencial (km<sup>2</sup>)</b>	<b>%</b>
<b>Floresta Ombrófila Mista</b>	37.63	37.63	100.0%
<b>Campo Natural</b>	116.12	116.12	100.0%
<b>Floresta Nebular</b>	258.29	250.19	96,9%
<b>Floresta de Faxinais</b>	21.58	19.85	92.0%
<b>Floresta Ombrófila Densa</b>	63.11	45.30	71.8%

Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Figura 5: Distribuição potencial de *Leopardus guttulus* nas fitofisionomias (*sensu* Klein 1978) presentes no Parque Nacional de São Joaquim - SC.



Fonte: Elaborado pela autora com layers das sete fitofisionomias/Monitora SC (Klein, 1978)

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 MODELO DE USO DE SOLO

Em ambos modelos de uso de solo, com buffer 2 km e buffer 5 km, encontramos que as variáveis que melhor explicam a presença de *L. guttulus* são maiores quantidades de Florestas nativas e maiores Altitudes. A Floresta Nativa teve maior explicação nos dois modelos. Talvez a Altitude tenha mais relação com manutenção das florestas devido a dificuldade de exploração antrópica das mesmas em áreas com relevos mais acidentados do que com o uso do habitat florestal pela espécie em maiores altitudes (MAZZOLLI, 1993). O uso de ambientes com maior cobertura florestal está de acordo com o que esperávamos (GOULART et al., 2009) e é descrito para a espécie (DE OLIVEIRA et al., 2016). De modo

similar, Bogoni et al. (2016) também verificaram concentração de registros em maiores altitudes, acima de 1300m, sendo que existem registros até 2000m de altitude (DE OLIVEIRA et al., 2016).

Contudo, o uso de ambientes com maior cobertura florestal é controverso, segundo a literatura. Segundo Regolin *et al.* (2017) *L. guttulus* estão associados a paisagens mais homogêneas e com menor quantidade de cobertura florestal, além da ocorrência da espécie em paisagens com diferentes graus de fragmentação (REGOLIN *et al.*, 2017; CRUZ *et al.*, 2018), e de existirem evidências da utilização de áreas agrícolas para forrageio (RINALDI *et al.* 2015; REGOLIN *et al.*, 2017). Sendo inclusive registradas em regiões abertas como áreas de restingas arbustivas (TORTATO; OLIVEIRA, 2005). É possível que o uso de ambientes alterados, devido a ação antrópica (RINALDI *et al.* 2015; REGOLIN *et al.*, 2017; CRUZ *et al.*, 2018) possa beneficiar a espécie, que possuindo menores exigências ambientais pode ter suas densidades aumentadas, favorecidas pelo desaparecimento de seus predadores (GRAIPEL *et al.*, 2017; CRUZ *et al.*, 2018). Além disso, é sabido que *L. guttulus* utiliza ambientes menos preferenciais devido a competição que pode sofrer com felinos maiores, e até mesmo mudar seus hábitos para evitar confrontos diretos (OLIVEIRA-SANTOS *et al.*, 2012; NAGY-REIS *et al.*, 2019). Porém, também há estudos que confirmam que a espécie não só pode conviver com as irmãs-filogenéticas, como aparentemente aumentou a quantidade de vezes que acessou a mesma região (NAGY-REIS *et al.*, 2017). Sartor *et al.* (2021) parece fazer um meio termo nessa discussão, seus resultados corroboram com os nossos com relação uso de solo, e apresenta a questão dos *L. guttulus* estarem se beneficiando das regiões de borda para forragear em locais alterados, com a condição de haver cobertura vegetal o suficiente para a espécie poder se abrigar em áreas adjacentes.

## 5.2 MODELO BIOCLIMÁTICO

### 5.2.1 Clima

É esperado que modelos de distribuição para espécies com grandes áreas geográficas apresentem menor acurácia preditiva, pois essas espécies devem possuir um espectro mais amplo de tolerância a condições climáticas (VALE; LORINI; CERQUEIRA, 2015). Porém, como a seleção de dados do nosso estudo foi para apenas do estado de SC, permitiu uma boa estimativa de adequabilidade climática de *L. guttulus* na região em que o PNSJ está

localizado. Especialmente, levando em consideração que esta região foi bem amostrada através de estudos com armadilhas-fotográficas.

Considerando que SC é um dos estados mais importantes para a conservação de *L. guttulus*, possivelmente o PNSJ está entre as UCs mais importantes para conservação da espécie, se não o mais importante no estado, pois 94,4% de sua área (quase sua totalidade) mostraram-se adequadas climaticamente para a espécie.

Assim como em nossos resultados, trabalhos anteriores mostraram a importância de variáveis de temperaturas na ocorrência de *L. guttulus* (LINCK *et al.*, 2021; SARTOR *et al.*, 2021). No estudo de Linck *et al.* (2021) a maior parte dos dados de presença de *L. guttulus* foram registrados em ambientes com temperaturas entre 10° e 17°C. O estudo de Sartor *et al.* (2021) também verificou uma maior probabilidade de ocorrência da mesma espécie com temperaturas médias anuais entre 18° e 21°C, concluindo que áreas com temperaturas superiores reduziram drasticamente a probabilidade de ocorrência da espécie. Além das temperaturas, Sartor *et al.* (2021) também menciona que altos valores de precipitação são importantes para a espécie.

Neste estudo observamos que as regiões onde as áreas não foram consideradas climaticamente adequadas estão incluídas na região do parque classificada como subtipo climático Cfa. Como o Cfa é conhecido por apresentar temperaturas mais elevadas (máximas acima de 22°C) comparadas ao subtipo Cfb (WREGGE *et al.*, 2012), era esperado que as áreas climaticamente adequadas estivessem na região do Cfb, uma vez que esse subtipo contempla as características de temperatura citadas nos estudos de LINCK *et al.* (2021) e SARTOR *et al.* (2021).

### 5.2.2 Fitofisionomia

O mapa de distribuição potencial contempla grandes porcentagens de todas as fitofisionomias presentes dentro do parque. Isso é plausível pois a maior parte das fitofisionomias possuem características climáticas semelhantes como temperaturas máximas abaixo de 22°C, precipitação alta, e nevoeiros causados pela condensação de ventos oceânicos ocasionados pelas elevadas altitudes, este último presente principalmente nas Florestas Nebulares (RAMBO, 1953; IBGE, 1992; FALKENBERG; VOLTOLINI, 1995).

Baseado nas análises de uso do solo, seria esperado que *L. guttulus* utilizasse as manchas florestais isoladas pela matriz de Campos Naturais. Por outro lado, o fato dos

Campos Naturais terem sido adequados, mesmo que climaticamente, para *L. guttulus* não seria necessariamente questionável, uma vez neste estudo obtivemos alguns registros em ambiente abertos. Segundo Graipel *et al.*, (2017), o uso de áreas diferentes da preferencial é uma característica de espécies mais generalistas em termos de habitat, na qual a espécie parece se enquadrar, além do fato da espécie possui registros em áreas abertas (TORTATO; OLIVEIRA, 2005). Em termos de análise do uso dos habitats por essa espécie é mais complicado se tratando de uma área que é um mosaico, uma vez que variáveis climáticas não possuem especificidade espacial suficiente para distinguir ambientes florestais de diferentes fitofisionomias com uma matriz de Campos Naturais.

A fitofisionomia FOD que possui alta precipitação com a temperatura média de 25°C (IBGE, 2012), foi a fitofisionomia com menor quantidade de áreas adequadas proporcionalmente (Tabela 2). Se compararmos com a temperatura média da Floresta Nebular, fitofisionomia com maior quantidade de área no PNSJ, que é 14°-16°C (FALKENBERG; VOLTOLINI, 1995), encontramos o padrão semelhante ao proposto por Sartor *et al.* (2021), de que a população decai em lugares com ambientes com maiores temperaturas. Por outro lado, se analisarmos o uso do solo, a FOD deve ser uma importante área para essa espécie, especialmente em áreas com maiores altitudes, onde a temperatura é mais baixa. Isso é compatível com o observado por alguns dos autores citados como Tortato e Oliveira (2005), além deste estudo possuir registros nessa fitofisionomia. O plano de manejo cita que a Zona Intangível é coberta por FOD, contudo observando o mapa das fitofisionomias, vimos que a maior parte dessa zona, e do parque como um todo, é composta pela Floresta Nebular. Porém, é importante ressaltar que comum em muitos estudos a Floresta Nebular está associada a uma subcategoria de FOD (Floresta Ombrófila Densa Alto Montana), o que poderia aumentar a quantidade de áreas adequadas para a espécie.

Toda a área da FOM, no PNSJ, é adequada climaticamente para a ocorrência de *L. guttulus*. Assim como no caso da FOD, a FOM também possui uma subcategoria (Floresta Ombrófila Mista Alto Montana) que está associada às matas nebulares (UHLMANN *et al.*, 2013), sendo ainda que estudos indicam a região do PNSJ mais ligada a FOM devido a presença da *Araucaria angustifolia* (IBGE, 2012; MARTINS *et al.*, 2011; UHLMANN *et al.*, 2013) do que a FOD. Como um dos principais objetivos para a criação do parque é proteger os remanescentes da FOM (FERREIRA *et al.*, 2018), a conservação de *L. guttulus* pode ser um importante aliado por ser um objetivo adicional. A conservação da espécie também pode

contribuir com a proteção de outras fitofisionomias ameaçadas, como a Floresta de Faxinais, que possui 92% da sua área adequada para a ocorrência da espécie.

### 5.2.3 Zoneamento

Com relação ao zoneamento do parque, verificamos que as zonas mais restritivas, onde atividades humanas são proibidas ou mínimas, como a Zona Intangível e a Zona Primitiva - estão instaladas em locais prioritários para a conservação de *L. guttulus*, uma vez que ambas as zonas possuem áreas adequadas em quase toda a sua totalidade (Tabela 1). Essas zonas fazem fronteira uma com a outra, o que pode ser vantajoso para a espécie por formarem uma faixa contínua e majoritariamente composta por florestas.

A zona que menos possui áreas adequadas para a espécie é a zona Recuperação (62%), nos polígonos ligados mais ao lado leste e leste/nordeste do PNSJ, entre as zonas Zona Intangível e de Uso Extensivo. Acreditamos que essa baixa adequabilidade para a distribuição da espécie na zona de recuperação, seja explicada pelo o clima (do subtipo Cfa) presente na localidade. Dos três polígonos formados por essa zona, o que apresenta maiores áreas adequadas é o que está completamente inserido no clima do subtipo Cfb. Porém é importante ressaltar que essa zona se encontra degradada com a presença de espécies exóticas invasoras (pinus e eucalipto), além de áreas de pastagem (FERREIRA *et al.*, 2018). Neste caso, essas características de degradação de habitat podem influenciar na ausência da espécie mesmo nas regiões consideradas adequadas (HADDAD *et al.*, 2015; THOMPSON; RAYFIELD; GONZALEZ, 2017). Assim que essa zona for recuperada, e dependendo de qual zona ela será anexada, ela poderá contribuir para a preservação dos *L. guttulus* principalmente nas regiões que climaticamente já são consideradas adequadas.

As zonas de Uso Intensivo e de Uso Conflitante, mesmo tendo suas áreas completamente adequadas climaticamente para a espécie, podem ser menos utilizadas por *L. guttulus*, bem como menos interessantes quanto a conservação da mesma devido a concentração de atividades humanas. Um dos polígonos da zona de Uso Conflitante é composto por duas estradas municipais (UCI-040 e BJS-020) que pode ter, especialmente, um impacto significativo na espécie considerando estudos que confirmam evidências que estradas possuem um efeito negativo na ocupação de *L. guttulus* (NAGY-REIS *et al.*, 2017; GRILO *et al.*, 2021). A espécie pode alterar seu comportamento e distribuição buscando evitar encontros com humanos e animais domésticos (CRUZ *et al.*, 2018; LINCK *et al.*, 2021), porém,

também é de conhecimento que a espécie forrageia em matrizes agrícolas presentes na Mata Atlântica (RINALDI *et al.* 2015; REGOLIN *et al.*, 2017). Isso pode ocasionar encontros indesejados com moradores locais, principalmente associados à predação de animais de criação, como galinhas, por exemplo (LUIZ M.R., comunicação pessoal). Dessa forma, é recomendado desenvolver ações que busquem mitigar os impactos que essas áreas proporcionam sobre a espécie, como a implementação de passa faunas nas estradas bem como a formação de corredores ecológicos dentro e fora do parque buscando a conexão entre os fragmentos florestais e UCs próximas (RIBEIRO *et al.*, 2009) tais como a Reserva Particular do Patrimônio Natural Complexo da Serra da Farofa, a Reserva Biológica Estadual do Aguaí e o Parque Estadual da Serra do Tabuleiro.

## 6 CONCLUSÃO

O presente estudo confirma que as áreas prioritárias para o *Leopardus guttulus* são as com maiores quantidades de florestas nativas e altas altitudes. Contudo, a maioria dos estudos referentes ao habitat da espécie são realizados em áreas legalmente preservadas como UCs, cuja ocupação humana ou mesmo degradação é relativamente controlada. Logo, acreditamos que para melhorar o conhecimento a respeito da área de distribuição da espécie e o uso de habitat são necessários mais pontos de monitoramento, permitindo verificar a presença da mesma em outras localidades, buscando regiões fora de UCs, especialmente em áreas abertas do Planalto Catarinense.

O PNSJ se mostra muito importante para a conservação de *L. guttulus* devido a quantidade de áreas climaticamente adequadas para a distribuição da espécie. As duas principais zonas do parque, que são mais restritivas quanto às atividades antrópicas e mais voltadas à conservação da biodiversidade, estão instaladas em regiões que favorecem a espécie climaticamente. Quanto às regiões mais conflituosas do PNSJ, recomendamos ações que possam minimizar impactos à espécie, como redutores de velocidade e instalação de passa fauna nas duas rodovias pertencentes a zona Conflitante.

Acreditamos que o clima exerce forte influência na espécie, ficando evidenciado sua preferência por regiões com clima mais ameno (< 21°C) do subtipo Cfb. Isso é evidenciado quando observamos as áreas consideradas inadequadas na FOD sobrepostas ao clima do subtipo Cfa. Todas as outras fitofisionomias tiveram uma grande quantidade de áreas adequadas, climaticamente, incluindo a região dos Campos Naturais.

Este estudo apresenta informações relevantes que podem contribuir para a elaboração de estratégias de conservação de *L. guttulus*, principalmente no PNSJ e entorno, indicando áreas de maior adequação climática e norteando futuros estudos. O presente estudo também contribui para demonstrar a importância do PNSJ na conservação desta espécie, uma vez que carnívoros são considerados grupos chaves por contribuírem com a dinâmica e manutenção de ecossistemas (SCHMITZ; HAWLENA; TRUSSELL, 2010). *L. guttulus* foi considerado a espécie-bandeira para a educação ambiental e esforços de conservação do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro - SC (TORTATO; OLIVEIRA, 2005). Essa espécie ameaçada de extinção pode contribuir para a conscientização do público “leigo” sobre a importância da conservação do parque e seu território, além de fortalecer argumentos com embasamento científico para que propostas como o Projeto de Lei do Senado nº 208, de 2018, que prevê a redução dos limites do PNSJ (SENADO, 2021), sejam recusadas.

## REFERÊNCIAS

- AKINWANDE, M. O.; DIKK, H. G.; SAMSON, A. Variance inflation factor: as a condition for the inclusion of suppressor variable (s) in regression analysis. **Open Journal of Statistics**, v. 05 n. 07, p. 754, 2015.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ARAÚJO, M. B.; PEARSON, R. G.; RAHBEK, Carsten. Equilibrium of species' distributions with climate. **Ecography**, v. 28, n. 5, p. 693-695, 2005.
- BOGONI, J. A. *et al.* Landscape features lead to shifts in communities of medium-to large-bodied mammals in subtropical Atlantic Forest. **Journal of Mammalogy**, v. 97, n. 3, p. 713-725, 2016.
- BOGONI, J.A.; PIRES, J.S.R.; GRAIPEL, M.E.; PERONI, N.; PERES, C.A. Wish you were here: How defaunated is the Atlantic Forest biome of its medium - to large-bodied mammal fauna?. **PLoS One** , v. 13, p. e0204515, 2018.
- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para assuntos jurídicos. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. [S. l.], 18 jul. 2000. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm)>. Acesso em: 1 jul. 2022.
- BRITEZ, R. M. et al. Manejo do entorno. **Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, p. 349-365, 2003.

ANDERSON, D.; BURNHAM, K. Model selection and multi-model inference. **Second. NY: Springer-Verlag**, v. 63, n. 2020, p. 10, 2004.

CHEN, C.; LIU, L. M. Joint estimation of model parameters and outlier effects in time series. **Journal of the American Statistical Association**, v. 88 n.421, p. 284-297, 1993.

CHEREM J. J.; KAMMERS, M.; GHIZONI-JR, I. R.; MARTINS, A. Mamíferos de médio e grande porte atropelados em rodovias do Estado de Santa Catarina, sul do Brasil. **Biotemas**, v. 20, n. 3, p. 81-96, 2007.

COSTA-PEREIRA, R.; ROQUE, F. de O.; CONSTANTINO, P. A. L.; SABINO, J.; UEBARA-PRADO. Monitoramento in situ da biodiversidade: Proposta para um sistema brasileiro de monitoramento da biodiversidade. **ICMBio. Brasilia, Distrito Federal**, 2013.

CONSEMA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável, Conselho Estadual do Meio Ambiente de Santa Catarina. Lista Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no Estado de Santa Catarina. **Resolução n° 002 de 06/12/2011**, p. 2- 8, 2011.

CRANEY, T. A.; SURLLES, J. G. Model-dependent variance inflation factor cutoff values. **Quality engineering**, v. 14 n.3, p. 391-403. 2002.

CRUZ, P.; IEZZI, M. E.; DE ANGELO, C.; VARELA, D.; DI BITETTI, M. S.; PAVIOLO, A. Effects of human impacts on habitat use, activity patterns and ecological relationships among medium and small felids of the Atlantic Forest. **PloS one**, v. 13, n. 8, p. e0200806, 2018.

CUYCKENS, G. A. E. *et al.* Refined assessment of the geographic distribution of Geoffroy's cat (*Leopardus geoffroyi*) (Mammalia: Felidae) in the Neotropics. **Journal of Zoology**, v. 298, n. 4, p. 285-292, 2016.

CUYCKENS, G. A.E.; MORALES, Miriam M.; TOGNELLI, Marcelo F. Assessing the distribution of a Vulnerable felid species: threats from human land use and climate change to the kodkod *Leopardus guigna*. **Oryx**, v. 49, n. 4, p. 611-618, 2015.

DA SILVA, M. X.; PAVIOLO, A.; TAMBOSI, L. R.; PARDINI, R.. Effectiveness of protected areas for biodiversity conservation: mammal occupancy patterns in the Iguazu National Park, Brazil. **Journal for nature conservation**, v. 41, p. 51-62, 2018.

DE OLIVEIRA, T. G., TORTATO, M. A., DE ALMEIDA, L. B., DE CAMPOS, C. B., & DE MELLO BEISIEGEL, B. Avaliação do risco de extinção do gato-do-mato *Leopardus tigrinus* no Brasil. **Biodiversidade Brasileira-BioBrasil**, n. 1, p. 56-65, 2013.

DE OLIVEIRA, T.; TRIGO, T.; TORTATO, M.; PAVIOLO, A.; BIANCHI, R.; LEITE-PITMAN, M.R.P. *Leopardus guttulus*. **The IUCN Red List of Threatened Species**, 2016.

DE SÁ, L. G. M. **Análise da predação de Puma concolor em rebanhos domésticos na região do Parque Nacional de São Joaquim e entorno**. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade Federal do Rio grande do sul, Porto Alegre, 67 f. 2005.

DORMANN, C. F. et al. Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. **Ecography**, v. 36, n. 1, p. 27-46, 2013.

ELITH, J.; LEATHWICK, J. R. Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 40, n. 1, p. 677-697, 2009.

FACURE, K. G.; GIARETTA, A. A. Food habits of carnivores in a coastal Atlantic Forest of southeastern Brazil. **Mammalia**, v. 60, n.3, p. 499-502, 1996.

FALKENBERG B.; VOLTOLINI, J. C.. The montane cloud forest in southern Brazil. **Tropical montane cloud forests**. Springer, New York, NY. p. 138-149, 1995.

FERREIRA, L. M. *et al.* (orgs). Plano de Manejo do Parque Nacional de São Joaquim. **ICMBio, Brasília**, 2018.

FICK, S. E.; HIJMANS, R. J. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. **International journal of climatology**, v. 37, n. 12, p. 4302-4315, 2017.

FIELDING, A. H.; BELL, J. F. A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. **Environmental conservation**, v. 24, n. 1, p. 38-49, 1997.

GRILO, C., *et al.* Conservation threats from roadkill in the global road network. **Global Ecology and Biogeography**, n. 30 v. 11, p. 2200-2210, 2021.

HADDAD, N. M. *et al.* Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. **Science advances**, v. 1, n. 2, p. e1500052, 2015.

HUTCHINSON, G. E. Concluding Remarks. **Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology**, v. 22, p. 415-427, 1957.

GALETTI, M., *et al.* Priority areas for the conservation of Atlantic forest large mammals. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1229-1241, 2009.

GRAIPEL, M. E.; OLIVEIRA-SANTOS, L. G. R.; GOULART, F. V. B.; TORTATO, M. A.; MILLER, P. R. M.; CÁCERES, N. C. The role of melanism in oncillas on the temporal segregation of nocturnal activity. **Brazilian Journal of Biology**, 74, S142-S145, 2014.

GRAIPEL, M. E.; CHEREM, J. J.; MONTEIRO-FILHO, E. L.; CARMIGNOTTO, A. P. Mamíferos da Mata Atlântica. **Revisões em Zoologia: Mata Atlântica**, 391-482, 2017.

GUISAN, A.; ZIMMERMANN, N. E. Predictive habitat distribution models in ecology. **Ecological modelling**, v. 135, n. 2-3, p. 147-186, 2000.

GOULART, F. V. B., CÁCERES, N. C., GRAIPEL, M. E., TORTATO, M. A., GHIZONI JR, I. R., & OLIVEIRA-SANTOS, L. G. R. Habitat selection by large mammals in a southern Brazilian Atlantic Forest. **Mammalian Biology**, v. 74, n. 3, p. 182-190, 2009.

GUTIÉRREZ, E. E. et al. Climate change and its potential impact on the conservation of the Hoary Fox, *Lycalopex vetulus* (Mammalia: Canidae). **Mammalian Biology**, v. 98, n. 1, p. 91-101, 2019.

HORTAL, J. B., F., DINIZ-FILHO, J. A. F., LEWINSOHN, T. M., LOBO, J. M., & LADLE, R. J.. Seven shortfalls that beset large-scale knowledge of biodiversity. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 46, n. 1, p. 523-549, 2015.

IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira. Séries Manuais Técnicos em Geociências. **Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, p. 94, 1992.

KAMINO, L. H. Y.; STEHMANN, J. R.; AMARAL, S.; DE MARCO, P.; RANGEL, T. F.; DE SIQUEIRA, M. F.; DE GIOVANNI, R.; HORTAL, J. Challenges and perspectives for species distribution modelling in the neotropics. **Biology Letters**. v. 8 n.3 p.324–326. 2012.

KASPER, C. B.; SCHNEIDER, A.; OLIVEIRA, T. G. Home range and density of three sympatric felids in the Southern Atlantic Forest, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 76, p. 228-232, 2016.

KLEIN, R. M. **Mapa fitogeográfico do estado de Santa Catarina**. [s.l.] Herbário "Barbosa Rodrigues", 1978.

LAURANCE, W. F. Conserving the hottest of the hotspots. **Biological Conservation**, 2009.

LINCK, P.; Tirelli, F. P.; Bastos, M. C.; Fonseca, A. N.; Cardoso, L. F.; Trigo, T. C. Daily activity patterns and occurrence of *Leopardus guttulus* (Carnivora, Felidae) in Lami Biological Reserve, southern Brazil. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 111, 2021.

LIU, C.; WHITE, M.; NEWELL, G. Selecting thresholds for the prediction of species occurrence with presence-only data. **Journal of biogeography**, v. 40, n. 4, p. 778-789, 2013.

MACDONALD, D. W.; LOVERIDGE, A. J.; NOWELL, K. Dramatis personae: an introduction to the wild felids. **Biology and conservation of wild felids**, v. 1, p. 3-58, 2010.

MACE, G. M. Whose conservation?. **Science**, v. 345, n. 6204, p. 1558-1560, 2014.

MACKINNON, K.; DUDLEY, N.; SANDWITH, T. Natural solutions: protected areas helping people to cope with climate change. **Oryx**, v. 45, n. 4, p. 461-462, 2011.

MAMMOLA, S.; PÉTILLON, J.; HACALA, A.; MONSIMET, J.; MARTI, S. L.; CARDOSO, P.; LAFAGE, D. Challenges and opportunities of species distribution modelling of terrestrial arthropod predators. **Diversity and Distributions**. n. 27 v.12 p. 2596-2614. 2021.

MCFADDEN, D. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. **Frontiers in econometrics**. p. 105-142. 1973.

MARINO, J. *et al.* Bioclimatic constraints to Andean cat distribution: a modelling application for rare species. **Diversity and Distributions**, v. 17, n. 2, p. 311-322, 2011.

MARTINS, D.; ; Chaves, C. L.; Bortoluzzi, R. D. C. L.; Mantovani, A. Florística de floresta ombrófila mista altomontana e de campos em Urupema, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 9, n. 2, 2011.

MAZZOLLI, M. Ocorrência de Puma concolor (Linnaeus)(Felidae, Carnivora) em áreas de vegetação remanescente de Santa Catarina, Brasil. **Revista brasileira de Zoologia**, v. 10, p. 581-587, 1993.

MONITORASC. Fitofisionomias: 7 classes (Klein\_ 1978). [S. l.: s. n.], 2021. 1 mapa multicamadas. Fisionomias florestais de Santa Catarina, conforme Klein (1978), representadas por sete classes. A camada contém dados do mapa de uso da terra por fitofisionomia (MonitoraSC, 2017). Disponível em: <[https://monitora.furb.br/layers/geonode:Klein\\_7classes](https://monitora.furb.br/layers/geonode:Klein_7classes)> . Acesso em: 1 jun. 2022.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; DA FONSECA, G. A.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

NASCIMENTO, F. O.; FEIJÓ, A., Taxonomic revision of the tigrina *Leopardus tigrinus* (Schreber, 1775) species group (Carnivora, Felidae). **Papéis Avulsos de zoologia**, v. 57, p. 231-264, 2017.

NAGY-REIS, M. B.; NICHOLS, J. D.; CHIARELLO, A. G.; RIBEIRO, M. C.; SETZ, E. Z.. Landscape use and co-occurrence patterns of Neotropical spotted cats. **PloS one**, n. 12, v. 1, p. e0168441, 2017.

NAGY-REIS, M. B.; IWAKAMI, V. H.; ESTEVO, C. A.; SETZ, E. Z. Temporal and dietary segregation in a neotropical small-felid assemblage and its relation to prey activity. **Mammalian Biology** n. 95, v. 1, p. 1-8, 2019.

OLIVEIRA-SANTOS, L. G. R.; GRAIPEL, M. E.; TORTATO, M. A.; ZUCCO, C. A.; Cáceres, N. C., Goulart, F. V. Abundance changes and activity flexibility of the oncilla, *Leopardus tigrinus* (Carnivora: Felidae), appear to reflect avoidance of conflict. **Zoologia (Curitiba)**, 29, n. 2, p. 115-120, 2012.

PANDOLFO, C.; BRAGA, H. J.; SILVA JR, V. P. da; MASSIGNAM, A. M., PEREIRA, E. S.; THOMÉ, V. M. R.; VALCI, F.V. Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina. **Florianópolis: Epagri**, 2002.

PEARCE, J. L.; BOYCE, M. S. Modelling distribution and abundance with presence-only data. **Journal of Applied Ecology**, n. 43, v. 3, p. 405-412, 2006.

PEARSON, R. G.; DAWSON, T. P. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful?. **Global ecology and biogeography**, v. 12, n. 5, p. 361-371, 2003.

PEDUZZI, P.; CONCATO, J.; KEMPER, E.; HOLFORD, T. R.; FEINSTEIN, A. R. A simulation study of the number of events per variable in logistic regression analysis. **Journal of clinical epidemiology**, 49, n. 12, p. 1373-1379, 1996.

PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; SCHAPIRE, R. E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecological modelling**, v. 190, n. 3-4, p. 231-259, 2006.

QGIS Development Team. QGIS Geographic Information System. **Open Source Geospatial Foundation Project**, 2022. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>. Acesso em: 1 jun. 2022.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical, 2021. Disponível em: <https://www.r-project.org/>. Acesso em: 1 jun. 2022.

RAMBO, B. História da flora do Planalto Riograndense. **Sellowia** 5 (5): 185-232, 1953

REGOLIN, A. L. *et al.* Forest cover influences occurrence of mammalian carnivores within Brazilian Atlantic Forest. **Journal of Mammalogy**, v. 98, n. 6, p. 1721-1731, 2017.

RIBEIRO, M. C., METZGER, J. P., MARTENSEN, A. C., PONZONI, F. J., & HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, 2009.

RIBEIRO-SOUZA, P.; GRAIPEL, M. E.; ASTÚA, D.; VANCINE, M. H.; PIRES, J. S. R. Effects of climate change on distribution and areas that protect two neotropical marsupials associated with aquatic environments. **Ecological Informatics**, v. 68, p. 101570, 2022.

RINALDI, A. R.; RODRIGUEZ, F. H.; CARVALHO, A. L.; PASSOS, F. C. Feeding of small Neotropical felids (Felidae: Carnivora) and trophic niche overlap in anthropized mosaic landscape of South Brazil. **Biotemas**, v. 28, n. 4, p. 155-168, 2015.

ROCHA-MENDES, F.; MIKICH, S. B.; QUADROS, J.; PEDRO, W. A. Feeding ecology of carnivores (Mammalia, Carnivora) in Atlantic forest remnants, southern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 10, p. 21-30, 2010.

ROEDDER, D.; WEINSHEIMER, F.; LOETTERS, S. Molecules meet macroecology—combining Species Distribution Models and phylogeographic studies. **Zootaxa**, v. 2426, n. 1, p. 54-60, 2010.

SARTOR, C. C. *et al.* The role of the environment in the spatial dynamics of an extensive hybrid zone between two neotropical cats. **Journal of Evolutionary Biology**, v. 34, n. 4, p. 614-627, 2021.

SCHERRER, D.; ESPERON-RODRIGUEZ, M.; BEAMONT, L. J.; BARADAS, V. L.; GUIBAN, A. National assessments of species vulnerability to climate change strongly depend on selected data sources. **Diversity and Distributions**, n. 27 v. 8 p. 1367-1382, 2021.

SEGURADO, P. A. G. E.; ARAUJO, M. B.; KUNIN, W. E. Consequences of spatial autocorrelation for niche-based models. **Journal of Applied Ecology**, v. 43, n. 3, p. 433-444, 2006.

SCHMITZ, O. J.; HAWLENA, D.; TRUSSELL, G. C. Predator control of ecosystem nutrient dynamics. **Ecology letters**, v. 13, n. 10, p. 1199-1209, 2010.

STRUMINSKI, E.; STRACHULSKI, J. Uma revisão de conceitos sobre florestas em faxinais com base em uma abordagem fitogeográfica. **Terr@ Plural**, v. 6, n. 1, p. 55-78, 2012.

SENADO. Projeto de Lei nº 208, de 3 de julho de 2018. Redefine o traçado do Parque de São Joaquim e altera seu nome para "Parque Nacional da Serra Catarinense". Projeto de Lei do Senado nº 208, de 2018, [S. l.], 27 out. 2021. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/133065>. Acesso em: 1 jun. 2022.

- SOBERÓN, J.; PETERSON, A. T. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. **Biodiversity Informatics**, 2005.
- SPEAR, D.; FOXCROFT, L. C.; BEZUIDENHOUT, H.; MCGEOCH, M. A. Human population density explains alien species richness in protected areas. **Biological Conservation**, v. 159, p. 137-147, 2013.
- SWETS, J. A. Measuring the accuracy of diagnostic systems. **Science**, v. 240, n. 4857, p. 1285-1293, 1988.
- TORRES, N. M.; MARCO JÚNIOR, P. D.; DINIZ FILHO, J. A. F.; & SILVEIRA, L. Jaguar distribution in Brazil: past, present and future. *Cat News*, Bougy, n. esp. 4, p. 4-8, Jan. 2008.
- TORTATO, M. A.; OLIVEIRA, T. G. Ecology of the oncilla (*Leopardus tigrinus*) at Serra do Tabuleiro State Park, southern Brazil. **Cat news**, v. 42, p. 28-30, 2005.
- TOWNSEND, C.R.; BEGON, M.; HARPER, J.L. **Fundamentos em ecologia**. Artmed Editora, 2009.
- TRIGO, T.; SCHNEIDER, A.; LEHUGEUR, L.; SILVEIRA, L.; FREITAS, T. O.; EIZIRIK, E.. Molecular data reveal complex hybridization and a cryptic species of Neotropical wild cat. **Current Biology**, v. 23, n. 24, p. 2528-2533, 2013.
- TRIGO, T.; DE OLIVEIRA T.; TORTATO, M.; DE ALMEIDA, L. B.; CAMPOS, C. B., & BEISIEGEL, B. M. *Leopardus guttulus*. In: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. (Org.). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume II - Mamíferos**. Brasília: ICMBio. p. 340-344, 2018.
- UHLMANN, A.; GASPER, A. L.; SEVEGNANI, L.; VIBRANS, A.C. Grupos florísticos estruturais da Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina. **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, Vol III, Floresta Ombrófila Mista**, p. 145-153, 2013.

VALE, M. M.; LORINI, M. L.; CERQUEIRA, R. Neotropical wild cats susceptibility to climate change. **Oecologia australis**, v. 19, n. 1, p. 63-88, 2015.

VIBRANS AC, NICOLETTI AL, LIESENBERG V, et al. **MonitoraSC** – Projeto de Monitoramento da Cobertura Florestal de Santa Catarina: Metodologia e Resultados do mapeamento-base do ano 2017. Disponível em: <<http://monitora.furb.br>> Acesso em: 6 jun. 2021.

VON HUMBOLDT, A.; BONPLAND, A. J. A. G. **Ideen zu einer Geographie der Pflanzen: nebst einem Naturgemälde der Tropenländer, auf Beobachtungen und Messungen gegründet..** FG Cotta, 1807.

WANG, E. 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**, v. 37, n. 3, p. 207-212, 2002.

WILTING, A. *et al.* Modelling the species distribution of flat-headed cats (*Prionailurus planiceps*), an endangered South-East Asian small felid. **PloS one**, v. 5, n. 3, p. e9612, 2010.

WREGGE, M. S. *et al.* Atlas climático da região sul do Brasil: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Florestas, 2012. 1 atlas.

ZUUR, A. F., IENO, E. N., WALKER, N. J., SAVELIEV, A. A., & SMITH, G. M. **Mixed effects models and extensions in ecology with R.** New York: Springer, 2009.

**APÊNDICE A – Tabela com os registros de ocorrência de *Leopardus guttulus* em Santa Catarina utilizados em cada análise.**

<b>Ind.</b>	<b>LONG</b>	<b>LAT</b>	<b>GLM (2 km)</b>	<b>GLM (5 km)</b>	<b>MDE</b>	<b>MUNICÍPIO</b>	<b>ÁREA</b>
1	-49.1681	-27.6856				Alfredo Wagner	RPPN Rio Furnas
2	-49.1681	-27.6839				Alfredo Wagner	RPPN Rio Furnas
3	-49.1689	-27.6853			x	Alfredo Wagner	RPPN Rio Furnas
4	-49.1678	-27.6844				Alfredo Wagner	RPPN Rio Furnas
5	-49.1683	-27.6856				Alfredo Wagner	RPPN Rio Furnas
6	-49.1683	-27.6850	x	x		Alfredo Wagner	RPPN Rio Furnas
7	-48.8708	-27.4292			x	Antônio Carlos	RPPN Caraguatá
8	-48.8489	-27.4358				Antônio Carlos	RPPN Caraguatá
9	-48.8939	-27.4433	x		x	Antônio Carlos	RPPN Caraguatá
10	-48.8808	-27.4358			x	Antônio Carlos	RPPN Caraguatá
11	-48.8594	-27.4358			x	Antônio Carlos	RPPN Caraguatá
12	-48.8464	-27.4189			x	Antônio Carlos	RPPN Caraguatá
13	-48.8786	-27.4433			x	Antônio Carlos	RPPN Caraguatá
14	-48.8339	-27.4014	x	x	x	Antônio Carlos	RPPN Caraguatá
15	-48.8494	-27.4317	x		x	Antônio Carlos	RPPN Caraguatá
16	-48.8583	-27.4194			x	Antônio Carlos	RPPN Caraguatá
17	-48.8822	-27.4656			x	Antônio Carlos	RPPN Caraguatá
18	-48.8975	-27.4339			x	Antônio Carlos	RPPN Caraguatá
19	-48.8786	-27.4756	x	x	x	Antônio Carlos	RPPN Caraguatá
20	-48.8836	-27.4561			x	Antônio Carlos	RPPN Caraguatá
21	-48.8861	-27.4528			x	Antônio Carlos	RPPN Caraguatá
22	-48.8828	-27.4547				Antônio Carlos	RPPN Caraguatá
23	-49.5240	-27.6142	x		x	Bom Retiro	Klabin-Bom Retiro
24	-49.5131	-27.6346	x	x	x	Bom Retiro	Klabin-Bom Retiro
25	-49.5315	-27.6229			x	Bom Retiro	Klabin-Bom Retiro
26	-49.3898	-27.9004				Bom Retiro	RPPN G. Floresta Araucárias
27	-49.3866	-27.8983				Bom Retiro	RPPN G. Floresta Araucárias
28	-49.4388	-27.8957	x		x	Bom Retiro	RPPN G. Floresta Araucárias
29	-49.3970	-27.8981			x	Bom Retiro	RPPN G. Floresta Araucárias
30	-49.3925	-27.8996		x		Bom Retiro	RPPN G. Floresta Araucárias
31	-49.3908	-27.9003			x	Bom Retiro	RPPN G. Floresta Araucárias
32	-49.3889	-27.8982	x		x	Bom Retiro	RPPN G. Floresta Araucárias
33	-49.3863	-27.8988			x	Bom Retiro	RPPN G. Floresta

<b>34</b>	-48.8919	-27.0986				Brusque	Araucárias RPPN Chácara Edith
<b>35</b>	-48.8967	-27.0969	x	x	x	Brusque	RPPN Chácara Edith
<b>36</b>	-50.2945	-28.0482				Lages	Coxilha Rica
<b>37</b>	-50.2931	-28.0429	x	x		Lages	Coxilha Rica
<b>38</b>	-50.2952	-28.0458			x	Lages	Coxilha Rica
<b>39</b>	-50.2951	-28.0485				Lages	Coxilha Rica
<b>40</b>	-50.2960	-28.0467				Lages	Coxilha Rica
<b>41</b>	-49.6011	-28.5439		x	x	N. Veneza/Siderópolis	Rebio Aguai
<b>42</b>	-49.5911	-28.5589	x			N. Veneza/Siderópolis	Rebio Aguai
<b>43</b>	-49.5933	-28.5586			x	N. Veneza/Siderópolis	Rebio Aguai
<b>44</b>	-49.5897	-28.5603			x	N. Veneza/Siderópolis	Rebio Aguai
<b>45</b>	-49.6023	-28.6297	x		x	Nova Veneza	Reserva São Francisco
<b>46</b>	-49.6140	-28.6313			x	Nova Veneza	Reserva São Francisco
<b>47</b>	-49.5989	-28.6563			x	Nova Veneza	Reserva São Francisco
<b>48</b>	-49.6075	-28.6428				Nova Veneza	Reserva São Francisco
<b>49</b>	-49.6133	-28.6408		x		Nova Veneza	Reserva São Francisco
<b>50</b>	-49.6075	-28.6320				Nova Veneza	Reserva São Francisco
<b>51</b>	-49.6061	-28.6376			x	Nova Veneza	Reserva São Francisco
<b>52</b>	-49.6330	-28.6532	x			Nova Veneza	Reserva São Francisco
<b>53</b>	-49.6060	-28.6462			x	Nova Veneza	Reserva São Francisco
<b>54</b>	-49.6154	-28.6504			x	Nova Veneza	Reserva São Francisco
<b>55</b>	-49.6283	-28.6429			x	Nova Veneza	Reserva São Francisco
<b>56</b>	-49.6120	-28.6434			x	Nova Veneza	Reserva São Francisco
<b>57</b>	-49.6130	-28.6333				Nova Veneza	Reserva São Francisco
<b>58</b>	-49.6080	-28.6342				Nova Veneza	Reserva São Francisco
<b>59</b>	-49.5997	-28.6558				Nova Veneza	Reserva São Francisco

<b>60</b>	-49.6161	-28.6357			x	Nova Veneza	Reserva São Francisco
<b>61</b>	-49.6081	-28.6429				Nova Veneza	Reserva São Francisco
<b>62</b>	-49.6075	-28.6395				Nova Veneza	Reserva São Francisco
<b>63</b>	-49.6109	-28.6372				Nova Veneza	Reserva São Francisco
<b>64</b>	-49.6206	-28.6354			x	Nova Veneza	Reserva São Francisco
<b>65</b>	-49.6088	-28.6499			x	Nova Veneza	Reserva São Francisco
<b>66</b>	-49.6086	-28.6442				Nova Veneza	Reserva São Francisco
<b>67</b>	-49.6011	-28.6534			x	Nova Veneza	Reserva São Francisco
<b>68</b>	-49.6064	-28.6361				Nova Veneza	Reserva São Francisco
<b>69</b>	-49.6067	-28.6386				Nova Veneza	Reserva São Francisco
<b>70</b>	-49.6307	-28.6535				Nova Veneza	Reserva São Francisco
<b>71</b>	-49.6325	-28.6533			x	Nova Veneza	Reserva São Francisco
<b>72</b>	-49.2549	-28.4833	x	x	x	Pedras Grandes	Parque E. Rancho dos Bugres
<b>73</b>	-49.2570	-28.4879			x	Pedras Grandes	Parque E. Rancho dos Bugres
<b>74</b>	-50.3187	-27.1382	x	x	x	Ponte Alta do Norte	kLabin-Painel
<b>75</b>	-49.8853	-27.9035			x	Rio Rufino	Klabin-Rio Rufino
<b>76</b>	-49.7942	-27.8969			x	Rio Rufino	Klabin-Rio Rufino
<b>77</b>	-51.9331	-26.7244	x	x	x	Ponte Serrada/Passos Maia	Parque Nacional Araucárias
<b>78</b>	-51.9797	-26.7447	x		x	Ponte Serrada/Passos Maia	Parque Nacional Araucárias
<b>79</b>	-51.8425	-26.8583	x	x	x	Ponte Serrada/Passos Maia	Parque Nacional Araucárias
<b>80</b>	-51.8522	-26.8094	x		x	Ponte Serrada/Passos Maia	Parque Nacional Araucárias
<b>81</b>	-51.9403	-26.7114	x		x	Ponte Serrada/Passos Maia	Parque Nacional Araucárias
<b>82</b>	-49.7959	-27.9028	x	x	x	Rio Rufino	Klabin-Rio Rufino
<b>83</b>	-49.7895	-27.8996			x	Rio Rufino	Klabin-Rio Rufino

<b>84</b>	-48.8061	-27.7378			x	S A da Imperatriz	Parque Est. Serra Tabuleiro
<b>85</b>	-48.8064	-27.7403				S A da Imperatriz	Parque Est. Serra Tabuleiro
<b>86</b>	-48.8058	-27.7414	x	x		S A da Imperatriz	Parque Est. Serra Tabuleiro
<b>87</b>	-48.8042	-27.7444			x	S A da Imperatriz	Parque Est. Serra Tabuleiro
<b>88</b>	-50.4717	-26.7642	x	x	x	Santa Cecília	Klabin-Sta Cecília
<b>89</b>	-50.4357	-26.7479	x		x	Santa Cecília	Klabin-Sta Cecília
<b>90</b>	-48.8622	-27.8842			x	São Bonifácio	Parque Est. Serra Tabuleiro
<b>91</b>	-48.8433	-27.8653			x	São Bonifácio	Parque Est. Serra Tabuleiro
<b>92</b>	-48.8464	-27.8722			x	São Bonifácio	Parque Est. Serra Tabuleiro
<b>93</b>	-48.8606	-27.8911		x		São Bonifácio	Parque Est. Serra Tabuleiro
<b>94</b>	-48.8544	-27.8883			x	São Bonifácio	Parque Est. Serra Tabuleiro
<b>95</b>	-48.8556	-27.8903				São Bonifácio	Parque Est. Serra Tabuleiro
<b>96</b>	-48.8606	-27.8872				São Bonifácio	Parque Est. Serra Tabuleiro
<b>97</b>	-48.8661	-27.8647	x		x	São Bonifácio	Parque Est. Serra Tabuleiro
<b>98</b>	-48.8400	-27.8992	x		x	São Bonifácio	Parque Est. Serra Tabuleiro
<b>99</b>	-52.5669	-26.4508			x	São Domingos	Parque Estadual Araucárias
<b>100</b>	-52.5664	-26.4569	x	x	x	São Domingos	Parque Estadual Araucárias
<b>101</b>	-52.5719	-26.4689			x	São Domingos	Parque Estadual Araucárias
<b>102</b>	-49.3783	-27.9897				Urubici	RPPN Leão da Montanha
<b>103</b>	-49.3755	-27.9915			x	Urubici	RPPN Leão da Montanha
<b>104</b>	-49.3645	-27.9933			x	Urubici	RPPN Leão da Montanha
<b>105</b>	-49.3786	-27.9897			x	Urubici	RPPN Leão da Montanha
<b>106</b>	-49.4878	-28.1050			x	Urubici	Parque Nacional S Joaquim
<b>107</b>	-49.4856	-28.1076			x	Urubici	Parque Nacional S Joaquim
<b>108</b>	-49.5032	-28.0901			x	Urubici	Parque Nacional S Joaquim

<b>109</b>	-49.6372	-28.1621			x	Urubici	Parque Nacional S Joaquim
<b>110</b>	-49.6403	-28.1540			x	Urubici	Parque Nacional S Joaquim
<b>111</b>	-49.6447	-28.1557			x	Urubici	Parque Nacional S Joaquim
<b>112</b>	-49.6491	-28.1576	x	x	x	Urubici	Parque Nacional S Joaquim
<b>113</b>	-49.6200	-28.1438	x		x	Urubici	Parque Nacional S Joaquim
<b>114</b>	-49.3689	-27.9955				Urubici	RPPN Leão da Montanha
<b>115</b>	-49.3706	-27.9941				Urubici	RPPN Leão da Montanha
<b>116</b>	-49.3696	-28.0005				Urubici	RPPN Leão da Montanha
<b>117</b>	-49.3750	-28.0066			x	Urubici	RPPN Leão da Montanha
<b>118</b>	-49.3689	-27.9969	x	x		Urubici	RPPN Leão da Montanha
<b>119</b>	-49.4851	-28.1137				Urubici	Parque Nacional S Joaquim
<b>120</b>	-49.5033	-28.0748	x		x	Urubici	Parque Nacional S Joaquim
<b>121</b>	-49.4949	-28.1161	X			Urubici	Parque Nacional S Joaquim
<b>122</b>	-49.4856	-28.1159			x	Urubici	Parque Nacional S Joaquim
<b>123</b>	-49.6324	-28.1499			x	Urubici	Parque Nacional S Joaquim
<b>124</b>	-49.3711	-28.0011				Urubici	Parque Nacional S Joaquim
<b>125</b>	-49.3684	-27.9981			x	Urubici	Parque Nacional S Joaquim
<b>126</b>	-49.4956	-28.1143				Urubici	Parque Nacional S Joaquim
<b>127</b>	-49.6195	-28.1533			x	Urubici	Parque Nacional S Joaquim
<b>128</b>	-49.4986	-28.1084			x	Urubici	Parque Nacional S Joaquim
<b>129</b>	-49.4902	-28.1143		x		Urubici	Parque Nacional S Joaquim
<b>130</b>	-49.4936	-28.1164			x	Urubici	Parque Nacional S Joaquim

Fonte: Elaborada pela autora (2022).

**APÊNDICE B** – Valores do teste VIF das variáveis preditoras ambientais selecionadas para os modelos de uso do solo - Buffer de 5 km.

<b>Variável</b>	<b>VIF</b>
<b>Corpos d'água</b>	1.173
<b>Floresta nativa</b>	1.186
<b>Reflorestamento</b>	1.143
<b>Solo exposto ou mineração</b>	1.016
<b>Altitude</b>	1.194

Fonte: Elaborada pela autora (2022).

APÊNDICE C - Análise de regressão linear múltipla (Modelo Linear Generalizado – GLM) e seleção do modelo mais parcimonioso segundo, critério de Akaike, de variáveis de uso do solo para *Leopardus guttulus* em Santa Catarina para buffers de 5 km (A) e 2 km (B).

**A- BUFFER de 5 km**

	(Intercept)	ALT	FLO	H2O	REF	SOEX	df	logLik	AICc	delta AIC	weight	Pseudo R2
<b>M4</b>	-3.64E+00	0.001874447	0.000631488	NA	NA	NA	3	-21.40922	49.41843	0	0.484399594	29.8
<b>M5</b>	-2.16E+00	NA	0.000620247	NA	NA	NA	2	-23.05949	50.41165	0.9932213	0.294800694	24.4
<b>M3</b>	-3.76E+00	0.001929787	0.000645044	0.00042119	NA	NA	4	-21.33329	51.69222	2.2737818	0.155402619	30.1
<b>M2</b>	-3.71E+00	0.001852985	0.000637252	0.000416127	NA	0.000923546	5	-21.18712	53.95319	4.5347541	0.050175815	30.5
<b>M1</b>	-3.76E+00	0.001796369	0.000644859	0.000415411	6.10E-05	0.000924106	6	-21.17524	56.62074	7.2023073	0.01322034	30.6
<b>M6</b>	-1.42E+00	0.001815064	NA	NA	NA	NA	2	-28.3531	60.99887	11.5804394	0.00148096	7
<b>M7</b>	6.69E-17	NA	NA	NA	NA	NA	1	-30.49848	63.09219	13.6737564	0.000519978	0

**B- BUFFER de 2 km**

	(Intercept)	ALT	FLO	H2O	REF	SOEX	df	logLik	AICc	delta AIC	weight	Pseudo R2
<b>M4</b>	-3.90E+00	0.002021681	0.00376663	NA	NA	NA	3	-30.57814	67.54338	0	0.35	33.2
<b>M2</b>	-4.56E+00	0.001662285	0.004494321	0.02461533	0.002031127	NA	5	-28.62035	68.2407	0.6973228	0.247	37.4
<b>M3</b>	-4.23E+00	0.001741744	0.004131085	NA	0.001934127	NA	4	-29.92019	68.49612	0.9527421	0.218	34.6
<b>M1</b>	-4.55E+00	0.001636325	0.004466709	0.02383956	0.002005936	0.03816448	6	-28.34074	70.10521	2.5618363	0.097	38.04
<b>M5</b>	-2.27E+00	NA	0.003743164	NA	NA	NA	2	-33.08147	70.35342	2.8100439	0.086	27.7
<b>M6</b>	-1.60E+00	0.001998027	NA	NA	NA	NA	2	-42.26259	88.71566	21.1722844	0	7.6
<b>M7</b>	-8.20E-17	NA	NA	NA	NA	NA	1	-45.74771	93.55793	26.014552	0	-3.1

Fonte: Elaborada pela autora (2022).

**APÊNDICE D** - Valores do Desvio Residual de cada modelo do uso do solo - Buffer de 5 km

<b>Modelos Buffer de 5 km</b>						
M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
1.114	1.087	1.067	1.044	1.098	1.350	1.419

Fonte: Elaborada pela autora (2022).

**APÊNDICE E** – Valores do teste VIF das variáveis preditoras ambientais selecionadas para os modelos do uso do solo - buffer de 2 km.

<b>Variável</b>	<b>VIF</b>
<b>Corpos d'água</b>	1.027
<b>Floresta nativa</b>	1.131
<b>Reflorestamento</b>	1.134
<b>Solo exposto ou mineração</b>	1.006
<b>Altitude</b>	1.094

Fonte: Elaborada pela autora (2022).

**APÊNDICE F** - Valores do Desvio Residual de cada modelo do uso do solo - Buffer de 2 km

<b>Modelos Buffer de 2 km</b>						
M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
0.945	0.938	0.965	0.971	1.034	1.321	1.408

Fonte: Elaborada pela autora (2022).

**APÊNDICE G** - Valores de VIF das variáveis climáticas selecionadas para a construção do modelo de distribuição potencial.

<b>Variável climática</b>	<b>sigla</b>	<b>VIF</b>
Velocidade do vento	Bio_Speed_wind	1.142925129
Temperatura média do trimestre mais quente	Bio10	1.247813455
Precipitação do trimestre mais quente	Bio18	1.297814879
Variação diurna média de temperatura	Bio2	1.169480326

Fonte: Elaborada pela autora (2022).

**ANEXO A** – Variáveis bioclimáticas utilizadas para a elaboração do modelo pelo software Maxent.

<b>Sigla</b>	<b>Variável bioclimática</b>
<b>BIO 1</b>	Temperatura média anual
<b>BIO 2</b>	Variação diurna média de temperatura
<b>BIO 3</b>	Isotermalidade
<b>BIO 4</b>	Sazonalidade de temperatura
<b>BIO 5</b>	Temperatura máxima do mês mais quente
<b>BIO 6</b>	Temperatura mínima do mês mais frio
<b>BIO 7</b>	Variação Anual de Temperatura
<b>BIO 8</b>	Temperatura média do trimestre mais úmido
<b>BIO 9</b>	Temperatura média do trimestre mais seco
<b>BIO 10</b>	Temperatura média do trimestre mais quente
<b>BIO 11</b>	Temperatura média do trimestre mais frio
<b>BIO 12</b>	Precipitação Anual
<b>BIO 13</b>	Precipitação do mês mais úmido
<b>BIO 14</b>	Precipitação do mês mais seco
<b>BIO 15</b>	Sazonalidade de precipitação
<b>BIO 16</b>	Precipitação do trimestre mais úmido
<b>BIO 17</b>	Precipitação do trimestre mais seco
<b>BIO 18</b>	Precipitação do trimestre mais quente
<b>BIO 19</b>	Precipitação do trimestre mais frio
<b>Elev</b>	Elevação
<b>Sol_rad</b>	Radiação solar
<b>Speed_wind</b>	Velocidade do vento

Fonte: produzida pela autora com base nos dados de (WorldClim – Global Climate Data) acessado em: novembro de 2021.

**ANEXO B** - Valores de contribuição das variáveis climáticas após o teste de Jackknife, no Maxent. Destacado em vermelho estão as variáveis que foram selecionadas.

<b>Variable</b>	<b>Percent contribution</b>
Speed_wind	23.6
Bio4	18
Bio18	17.2
Bio10	9
Bio2	7.5
Bio5	5
Sol_rad	3.3
Bio14	2.9
Bio9	2.6
Bio3	2.2
Bio12	1.9
Bio15	1.8
Bio6	1.4
Elev	1.1
Bio7	0.8
Bio19	0.7
Bio8	0.4
Bio16	0.4
Bio13	0.1
Bio17	0.1
Bio1	0.1
Bio11	0

Fonte: produzida Jackknife modificada pela autora (2021).

**ANEXO C** – Script do teste de VIF usado para verificar a autocorrelação das variáveis bioclimáticas (R studio)

```

### script variables selection - worldclim ###

# memory
rm(list = ls())

# packages
if(!require(caret)) install.packages("caret")
if(!require(colorRamps)) install.packages("colorRamps")
if(!require(corrplot)) install.packages("corrplot")
if(!require(factoextra)) install.packages("factoextra")
if(!require(FactoMineR)) install.packages("FactoMineR")
if(!require(psych)) install.packages("psych")
if(!require(raster)) install.packages("raster")
if(!require(tidyverse)) install.packages("tidyverse")
if(!require(usdm)) install.packages("usdm")
if(!require(viridis)) install.packages("viridis")

library(caret)
library(colorRamps)
library(corrplot) # plota a correlação
library(factoextra) # PCA
library(FactoMineR) # PCA
library(psych) # Análise fatorial
library(RStoolbox) # PCA
library(raster) # gis
library(tidyverse) # Tabela
library(usdm) # VIF
library(viridis) # Coloração

# check loaded packages
search()

# directory
setwd("C:/Users/Mauricio/Documents/Bruna/Brunices/UFSC/TCC/Mapa de Distribuição
Potencial/VIF")
getwd()
dir()

###-----###

# list variables
ti <- dir(pattern = ".asc") # Lista apenas os arquivos da pasta com o final TIF
ti

```

```
pres <- grep("Bio", ti, value=T) # A função "grep" caça só os arquivos com o nome que
queremos
pres
```

```
# import rasters
var.p <- raster::stack(pres)
var.p
plot(var.p[[1:6]], col = colorRamps::matlab.like2(100))
```

```
# extract values present climate
## we will use only present climate condition to SDM building
var.da <- var.p %>%
  raster::values() %>%
  na.omit
```

```
# verify
head(var.da)
dim(var.da)
```

```
View()
```

```
###-----###
```

```
## variable selection
# back one directory
getwd()
setwd("../")
```

```
# directory
dir.create("02_selection")
setwd("02_selection")
getwd()
```

```
###-----###
```

```
# 2. vif
# back one directory
getwd()
setwd("../")
getwd()
```

```
# vif 02
vi.02 <- usdm::vifstep(var.da, th = 2, maxobservations = nrow(var.da))
vi.02
vi.02@results
```

```
# export
readr::write_csv(vi.02@results, "vif_02.csv")
```

## ANEXO D - Script do VIF e GLM utilizado para gerar os modelos do uso do solo (R studio)

```
# GLM BINOMIAL
```

```
#####
```

```
#### 1. CARREGANDO OS DADOS ####
```

```
#####
```

```
setwd("C:/Users/Mauricio/Documents/Bruna/Brunices/UFSC/TCC/Análise R uso do solo")
```

```
dir()sol <- read.table("dados_guttulus_2km_glm.txt", header = T, dec = ".") # DADOS
```

```
sol
```

```
head(sol)
```

```
str(sol)
```

```
names(sol)
```

```
summary(sol)
```

```
sol
```

```
#####
```

```
#### 2. VERIFICANDO PREDITORAS ####
```

```
#####
```

```
names(sol)
```

```
preditoras<-sol[,2:6]
```

```
names(preditoras)
```

```
#####
```

```
#### 3. VERIFICANDO VIF PARA O DATA-FRAME DE PREDITORAS ####
```

```
#####
```

```
names(preditoras)
```

```
library(HH)
```

```
vif(preditoras)
```

```
#####
```

```
#### 4. OS MODELOS DE REGRESSÃO ####
```

```
#####
```

```
# M1
```

```
names(sol)
```

```
M1=glm(P_A ~ H20+FLO+REF+SOEX+ALT, family = binomial(link=logit), data = sol)
```

```
summary(M1)
```

```
M2=glm(P_A ~ H20+FLO+REF+ALT, family = binomial(link=logit), data = sol)
```

```
summary(M2)
```

```
M3=glm(P_A ~ FLO+REF+ALT, family = binomial(link=logit), data = sol) summary(M3)
```

```
M4=glm(P_A ~ FLO+ALT, family = binomial(link=logit), data = sol)
summary(M4)
```

```
M5=glm(P_A ~ FLO, family = binomial(link=logit), data = sol) # MODELO 5
summary(M5)
```

```
M6=glm(P_A ~ ALT, family = binomial(link=logit), data = sol) # MODELO 6
summary(M6)
```

```
M7=glm(P_A ~ 1, family = binomial(link=logit), data = sol) # MODELO 7
summary(M7)
```

```
#####
#### 5. GERANDO TABELA DOS MODELOS ####
#####
```

```
library(xtable)
library(MuMIn)
tabela1 <- model.sel(M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7)
print(tabela1)
```

```
#####
#### 6. VERIFICANDO PSEUDO R2 ####
#####
```

```
R2<- function(model){100 * ((model$null.deviance -
model$deviance)/model$null.deviance)}
R2(M1)
R2(M2)
R2(M3)
R2(M4)
R2(M5)
R2(M6)
R2(M7)
```

```
#####
#### 7. VERIFICANDO INFLAÇÃO DOS MODELOS (VIF<10)####
#####
```

```
install.packages("HH")
library(HH)
```

```
vif(M1)#
vif(M2) #
vif(M3) #
vif(M4) #
```

```
#####  
#### 12. VERIFICANDO VALORES DE SOBREDISPERSÃO(~1) ####  
#####
```

```
sdis1<-56.681/60; sdis1  
sdis2<-57.241/61; sdis2  
sdis3<-59.840/62; sdis3  
sdis4<-61.156/63; sdis4  
sdis5<-66.163/64; sdis5  
sdis6<-84.525/64; sdis6  
sdis7<-91.495/65; sdis7
```

Teste T – usado para comprara médias de duas amostras