



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgf>



Modelagem de Distribuição de Espécies de Gafanhotos do gênero *Tropidacris*¹

Essia de Paula Romão-Torres²; Ana Lúcia Nunes-Gutjahr³; Carlos Elias de Souza Braga³; Walber Roberto Guimarães Torres⁴

¹Docente do Instituto Federal de Sergipe; Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Moraes Rego, 1235, Cidade Universitária, CEP: 50670-901, Recife, Pernambuco, Brasil; (essia.romao@ufpe.br). ³Doutores em Ciências Biológicas; Docentes do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado do Pará (UEPA), Tv. Enéas Pinheiro, 2626, CEP: 66.095-100, Belém, Pará, Brasil (melcam@uol.com.br); (carlosbraga@uepa.br); ⁴Especialista em Geotecnologias; Bolsista EV-1/CNPQ/INPE pelo Projeto de Monitoramento dos Biomas Brasileiros por Satélite; Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Moraes Rego, 1235, Cidade Universitária, CEP: 50670-901, Recife, Pernambuco, Brasil; (torres_walber@hotmail.com).

Artigo recebido em 23/03/2024 e aceito em 04/12/2024

RESUMO

Gafanhotos são insetos que desempenham papéis ecológicos importantes, como desfolhadores naturais, base alimentar para outras espécies e bioindicadores ambientais. Alguns têm relevância econômica por serem potenciais pragas agrícolas, como o gênero *Tropidacris*, que inclui os maiores exemplares da família Romaleidae. Este estudo teve como objetivo mapear a distribuição geográfica e potencial das espécies de *Tropidacris*, especialmente as áreas de ocorrência de *T. collaris*, *T. cristata*, e *T. descampsi*. Utilizando DivaGis, MaxEnt e QGis, com informações dos espécimes contidos em acervos de coleções zoológicas e literatura especializada. Foram analisados 689 registros, destes identificamos dois novos registros de *T. descampsi* na Amazônia brasileira; *T. collaris* e *T. cristata* apresentaram ampla distribuição, com *T. descampsi* restrito ao bioma amazônico. Na modelagem de distribuição potencial, *T. descampsi* manteve-se restrito à Amazônia, enquanto *T. collaris* e *T. cristata* ampliaram suas prováveis áreas de ocorrência, com *T. collaris* ausente de regiões de altitude e *T. cristata* ausente de áreas frias e secas. Concluímos que *T. descampsi* está restrito principalmente à Amazônia; *T. collaris* exibe alta adaptabilidade ecológica; e *T. cristata* prefere florestas tropicais e subtropicais. Este estudo aprofunda o conhecimento sobre as condições ambientais associadas à presença e ausência das espécies do gênero *Tropidacris*.

Species Distribution Modeling of Grasshoppers from the *Tropidacris* Genus

ABSTRACT

Grasshoppers play key ecological roles as natural defoliators, food sources for other species, and environmental bioindicators. Some species also hold economic importance as potential agricultural pests, such as the genus *Tropidacris*, which includes the largest members of the Romaleidae family. This study aimed to map the geographic and potential distribution of *Tropidacris* species, focusing on the occurrence areas of *T. collaris*, *T. cristata*, and *T. descampsi*. We used DivaGis, MaxEnt, and QGis, analyzing data from specimens stored in zoological collections and specialized literature. A total of 689 records were analyzed, including two new records of *T. descampsi* in the Brazilian Amazon. *T. collaris* and *T. cristata* exhibited broad distributions, while *T. descampsi* was restricted to the Amazon biome. In the potential distribution modeling, *T. descampsi* remained confined to the Amazon, whereas *T. collaris* and *T. cristata* expanded their probable occurrence areas, with *T. collaris* absent from high-altitude regions and *T. cristata* absent from cold and dry areas. We concluded that *T. descampsi* is primarily restricted to the Amazon; *T. collaris* demonstrates high ecological adaptability; and *T. cristata* prefers tropical and subtropical forests. This study advances knowledge about the environmental conditions associated with the presence and absence of *Tropidacris* species.

¹ Este trabalho apresenta os resultados da dissertação intitulada "Distribuição geográfica e potencial das espécies do gênero *Tropidacris* Scudder, 1869 (Orthoptera: Romaleidae.); defendida pela primeira autora no dia 17/02/2017 pelo Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado do Pará (UEPA).

Introdução

A ordem Orthoptera, uma das mais antigas da classe Insecta (Carpenter & Burnham, 1985; Price, 1997), inclui gafanhotos, esperanças, grilos e outros insetos (Nunes-Gutjahr & Braga, 2010, 2011). Estima-se que existam cerca de 10.000 espécies de gafanhotos Acridomorpha no mundo, sendo 1.200 no Brasil e cerca de 500 na Amazônia Legal (Nunes-Gutjahr & Braga, 2009; EADES et al., 2016). Esses insetos atuam como desfolhadores naturais, sustentam cadeias alimentares e são bioindicadores ecológicos devido à sua relação com a vegetação. Algumas espécies causam prejuízos econômicos ao se tornarem pragas agrícolas, com surtos esporádicos ou crônicos, com períodos alternados de invasão (Nunes-Gutjahr, 2008; Buhl et al., 2011; Yasin, et al., 2024).

O gênero *Tropidacris*, da família Romaleidae, inclui alguns dos maiores gafanhotos já conhecidos (Poot, 2021), como *Tropidacris collaris*, *Tropidacris descampsi*, e *Tropidacris cristata*, que é representado por três subespécies: *T. cristata cristata*, *T. cristata dux*, e *T. cristata grandis* (Carbonell, 1986). A espécie *T. collaris* é a única já considerada praga agrícola e florestal na Região Neotropical, atacando cultivos como coco, dendê, eucalipto, cana-de-açúcar e outras culturas (Carbonell, 1986; Duranton et al., 1987; Barrientos, 1995). Classificada no nível "D" de danos econômicos pelo Centre for Overseas Pest Research, *T. collaris* já requer controle (COPR, 1982). Ressalta-se que no Brasil, apenas 2% da acridofauna tem potencial para pragas agrícolas (Nunes-Gutjahr & Braga, 2011; Guerra et al., 2012).

No entanto, impactos ambientais e transformações das paisagens podem aumentar o risco das demais espécies de *Tropidacris* e outras de se tornarem pragas agrícolas. Conforme já observado por Lecoq (1991), que o crescimento das populações de gafanhotos em certas regiões do Brasil está ligado a atividades humanas, como desmatamento, manejo de culturas e irrigação. E enfatizado por Poot (2021) onde destacou que mudanças na paisagem poderá levar a migração de insetos, como o *T. cristata*, para áreas cultivares, alterando o comportamento das espécies e potencializando o risco de danos a cultivos.

A modelagem de distribuição de espécies (SDM) é uma técnica com base direta na relação entre o espaço geográfico e as condições ambientais de ocorrência das espécies, prevendo potenciais habitats (Pliscoff & Fuentes-Castillo, 2011). Diante disso, a SDM é uma ferramenta

importante para a gestão de recursos naturais e conservação da biodiversidade, por identificar áreas potenciais para inventários, otimizar esforços para coletas e recursos (Guimarães et al., 2016; Spanner et al., 2021). Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi em mapear a distribuição geográfica e potencial das espécies de *Tropidacris* (Orthoptera: Romaleidae).

Material e métodos

Caracterização das Espécies

Tropidacris collaris (Stoll, 1813)

De grande porte e com comportamento altamente polífago, essa espécie é uma praga agrícola voraz de diversas culturas (Duranton et al., 1987; Nunes-Gutjahr & Braga, 2011, Afonso et al., 2014;). Possui ampla distribuição na América do Sul, com registros na Argentina (Campos-Pinzón, et. al, 2023) e em vários estados brasileiros, incluindo Mato Grosso, Minas Gerais, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte (Carbonell, 1986; Lecoq, 1991; Barrientos, 1995), no Ceará, como praga de cajú (Lhano, et al., 2019; Maciel et, al., 2023). Se distingue das demais espécies por apresentar crista pronotal obsoleta na metazona e quatro lobos na prozona, sendo os dois primeiros fusionados (Figura 1A). Suas asas exibem um padrão azul-esverdeado, o que lhe confere o nome popular de “gafanhoto azul voador” (Carbonell, 1986; Afonso et al., 2014).

Tropidacris descampsi (Carbonell, 1986)

É a menor espécie do gênero (Figura 1B), conhecida apenas a partir de dois exemplares – um holótipo macho adulto e um parátipo fêmea –, coletados por Marius Descamps em uma localidade da floresta amazônica colombiana (Carbonell, 1986; Eades et al., 2016). A espécie se caracteriza por uma crista pronotal obsoleta na metazona, com três lobos bem desenvolvidos na prozona e extremidades do pronoto de coloração vermelho-escura. Suas asas exibem uma coloração azul e seu ovipositor, adaptado a epífitas, sugere que habita o dossel da floresta (Carbonell, 1986).

Tropidacris cristata (Linnaeus, 1758)

Tropidacris cristata é considerado o maior gafanhoto do mundo, podendo atingir até 16 cm (♀) (Nunes-Gutjahr; Braga, 2009; Dinis-Filho et al., 2010). Altamente polífago e com potencial para comportamento de agregação (González et al., 2023), são comumente encontrados como

indivíduos dispersos em diferentes áreas de florestas úmidas da América. A característica morfológica de destaque é uma crista pronotal rugosa continuada na metazona e um padrão

cromático das asas entre vermelho e laranja. (Carbonell, 1986).



Figura 1: As imagens A e C são fêmeas adultas de *T. collaris*, e *T. c. cristata*, respectivamente, registradas dentre o acervo da Coleção Zoológica Didático-Científica Dr. Joachim Adis - UEPA. A Imagem B é uma fêmea adulta de *T. descampsi*, registrada ao longo da pesquisa no acervo da Coleção Zoológica da UFAM. Fotos: Carlos Elias de Souza Braga (2016).

Ocorrência de *Tropidacris*

Os dados de ocorrência foram obtidos a partir de exemplares depositados nas coleções zoológicas da UEPA (Belém-PA), MPEG (Belém-PA), INPA (Manaus-AM), UFAM (Manaus-AM), IEPA (Macapá-AP) e UNIFAP (Macapá-AP). Também foram consultados registros no *Orthoptera Species File* e em literatura pelas plataformas Periódicos da CAPES, SciELO, Scopus e Google Acadêmico. Para espécimes sem georreferenciamento, as coordenadas foram obtidas com as ferramentas GeoLoc e infoXY do site *speciesLink*, sob o sistema de referência geodésico global WGS84 (World Geodetic System 1984). A identificação das espécies foi baseada nas descrições da revisão do gênero (Carbonell, 1986), com consultas e comparações com espécimes previamente identificados nos acervos e fotografias dos tipos

Distribuição geográfica

Para a distribuição geográfica, as ocorrências foram plotadas na base vetorial do IBGE (<ftp://geofp.ibge.gov.br>) com os limites territoriais da América Latina, Brasil e Amazônia continental. Foi utilizado o *software DIVA-GIS* versão 5.2, capaz de produzir mapas com padrões de distribuição geográfica de espécies (Hijmans et al., 2002).

Distribuição potencial

Para gerar o modelo de distribuição potencial, foi utilizado o *software* MaxEnt (versão 3.3), com design final no QGIS (versão 2.18.2). O MaxEnt produz modelos baseados em pontos de ocorrência das espécies, com uso de um conjunto de variáveis ambientais do nicho ecológico para prever locais com alta probabilidade de ocorrência, em uma escala de 0,00001% a 100%, onde cores mais intensas indicam maior probabilidade (Phillips et al., 2004, 2006). As áreas

potenciais de ocorrência ou “pontos quentes” são representadas no mapa por cores entre amarelo, laranja e vermelho, enquanto o padrão de cores entre o verde e azul indicam “pontos frios” e baixa probabilidade de ocorrências (Phillips; Research, 2008).

Variáveis ambientais

Nos modelos potenciais, foram utilizadas variáveis ambientais extraídas da base de dados do MaxEnt, referentes ao período cumulativo de 1998 a 2012, com aplicabilidade estimada em até 30 anos (Phillips et al., 2006), descritas no Quadro 1, com seus respectivos códigos.

Quadro 1: Variáveis ambientais utilizadas na geração de modelos de distribuição potencial de *Tropidacris* sp.

Código	Variável
cld6190_ann	Cobertura de nuvens anual
dtr6190_ann	Faixa de temperatura diurna anual
frs6190_ann	Frequência de geadas anual
pre6190_ann	Precipitação média anual
pre6190_11	Precipitação média em janeiro
pre6190_14	Precipitação média em abril
pre6190_17	Precipitação média em julho
pre6190_110	Precipitação média em outubro
tmp6190_ann	Temperatura média anual
tmn6190_ann	Temperatura mínima anual
tmx6190_ann	Temperatura máxima anual
vap6190_ann	Evaporação anual
ecoreg	Ecorregião
h_dem	Altitude

Fonte: Phillips et al., 2006; Phillips; Research, 2008. Produzido: Autores (2017).

Para estimar a importância de cada variável ambiental, foi aplicado o teste estatístico *Jackknife*, que avalia a predição do modelo ao excluir uma variável e, em seguida, ao incluir cada variável isoladamente. Esse teste indica quais obtiveram maior impacto na geração do modelo e quais reduziram a predição quando omitidas.

Avaliação do modelo

O desempenho do modelo foi avaliado pela técnica da curva ROC (*Receiver Operating Characteristics*), que usa o valor de AUC (*Area Under the Curve*) para medir a acurácia, com variação de 0 a 1. Os valores de AUC iguais ou menores a 0,5 indicam baixa capacidade preditiva, enquanto valores próximos a 1,0 indicam excelente desempenho (Phillips et al., 2004; Elith et al., 2006). A classificação dos resultados foi categorizada nos valores de AUC em: i) Excelente (0,90-1,00); ii) Bom (0,80-0,90); iii) Médio (0,70-0,80); iv) Ruim (0,60-0,70) e v) Falha (0,50-0,60) (Swets, 1988; Araújo et al., 2005).

Resultados e discussão

Ocorrência das espécies de *Tropidacris*

Foram identificados 689 registros de espécimes do gênero *Tropidacris*, a saber em 527 de *T. collaris*, três de *T. descampsi* e 159 de *T. cristata*. Dentre as espécies *T. collaris* representou 76,5% dos registros, em que *T. cristata* possuiu 23,1% e *T. descampsi* foi com apenas três registros (0,4%), sendo um já descrito na literatura e dois novos. Entre as subespécies *T. c. cristata* foi a mais comum com 71,7%, seguida por *T. c. dux* com 12% e *T. c. grandis* com 16,3%, conforme detalhado na Tabela 1.

Tabela 1: Número total de espécimes de *Tropidacris* por coleções zoológicas e de literaturas especializadas.

Ocorrências de espécimes do gênero <i>Tropidacris</i>							
Espécies/subespécies	Coleções Biológicas e Literatura						
	A	B	C	D	E	F	G
<i>T. collaris</i>	83	193	72	10	13	4	152
<i>T. descampsi</i>	0	0	0	2	0	0	1
<i>T. cristata</i>	7	6	22	3	0	0	121
<i>T. c. cristata</i>	7	6	19	3	0	0	79
<i>T. c. dux</i>	0	0	0	0	0	0	19
<i>T. c. grandis</i>	0	0	3	0	0	0	23
Total	90	199	94	15	13	4	274

Legenda: A=CZJA(UEPA); B=MPEG; C=INPA; D=UFAM; E=IEPA; F=UNIFAP; G=Literatura. Fonte: Autores (2017)

A espécie *T. collaris* (Figura 2A) ocorre amplamente na América do Sul, do norte da Venezuela até a Argentina. Essa distribuição reflete sua capacidade de habitar tanto ambientes úmidos quanto secos, naturais e antropizados, o que facilita uma maior coleta de espécimes (Carbonell, 1986; Guerra et al., 2012; Pelizza et al., 2012). Em contraste, *T. descampsi* e as subespécies de *T. cristata* (2B) possuem uma distribuição restrita em florestas úmidas, refletindo uma especialização (Carbonell, 1986), que pode dificultar coletas.

Os novos exemplares de *T. descampsi* identificados na Coleção Zoológica da UFAM representam os primeiros registros dessa espécie na Amazônia brasileira, ampliando seu conhecimento geográfico desde a descrição inicial. Estes exemplares são provenientes de uma área da bacia sedimentar amazônica, no estado do Amazonas, caracterizada por terraços e ilhas fluviais florestadas. Mudanças geoclimáticas significativas desde o Neógeno-Quaternário nessa região possivelmente influenciaram a distribuição da biodiversidade local (Ab'Saber, 2003; Rosseti et al., 2005).

Enquanto *T. cristata*, por sua vez, apresenta uma distribuição ampla, porém descontínua, indo do sul do Brasil até o México, exceto em regiões como Chile, Paraguai, Suriname e grande parte da América Central Insular. Essa ocorrência descontínua se explica por sua preferência por florestas úmidas, com ausência em ambientes secos (Carbonell, 1986). Ressalta-se que suas subespécies ocupam habitats variados em florestas de diferentes fisionomias, o que favorece sua presença em áreas geográficas diversas.

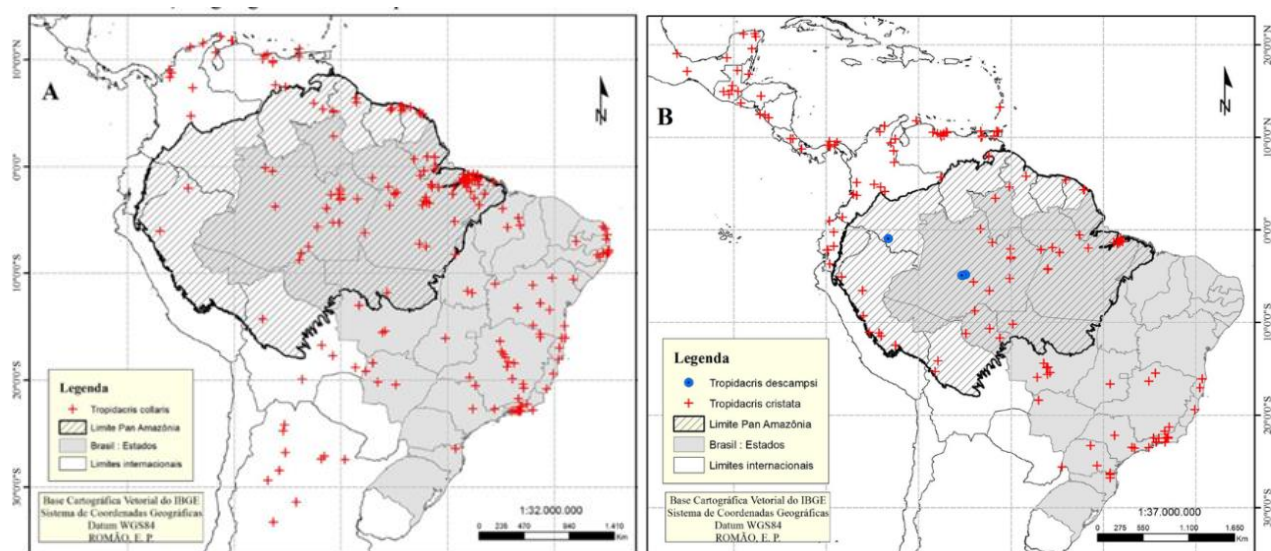


Figura 2. Distribuição geográfica de espécies *T. collaris* (A), *T. descampsi* e *T. cristata* (B). Fonte: Autores (2017).

A subespécie *T. c. cristata* distribui-se pela América do Sul, América Central (Panamá e Costa Rica) e ilhas de Trinidad e Tobago (Figura 3A). No Brasil, ocorre principalmente na Amazônia, devido à conservação florestal e aos esforços de coleta. As ocorrências das regiões Centro-Oeste e Sudeste são provenientes de registros antigos, provavelmente de quando as condições ecológicas eram mais favoráveis. Enquanto *T. cristata grandis* (Figura 3-B) possui registros limitados à Floresta Amazônica e Mata Atlântica, incluindo fronteiras com

Paraguai e Argentina, uma subespécie florestal típica; é possível que futuros inventários aumentem seus registros na Amazônia que ainda mantém extensa área florestal. A subespécie *T. cristata dux* apresenta um comportamento diferente, com restrição à América Central (Belize, Guatemala, El Salvador, Honduras e Nicarágua) e sudeste do México. O que pode ser explicado por tipicamente habitar florestas tropicais, pinhais em altitudes e climas secos, ambientes inóspitos para as outras subespécies (Carbonell, 1986).

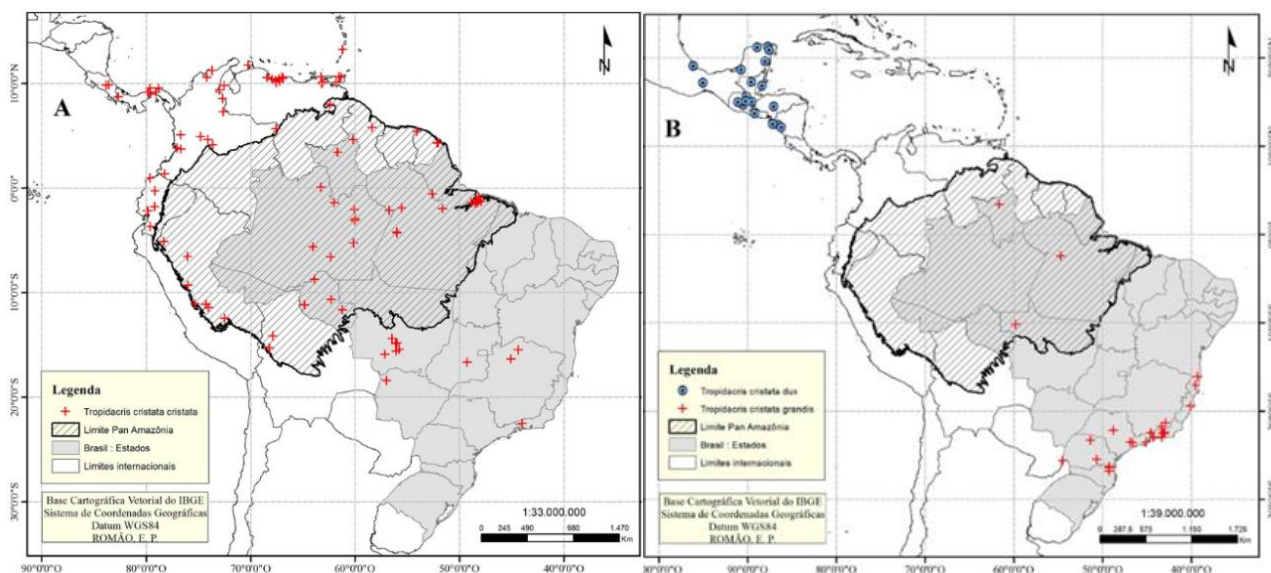


Figura 3 Distribuição geográfica das subespécies *Tropidacris cristata cristata*, (A), *Tropidacris cristata dux* e *Tropidacris cristata grandis* (B). Fonte: Autores (2017)

Distribuição potencial das espécies do gênero *Tropidacris*

Os modelos de distribuição potencial foram gerados a partir das condições ambientais de cada registro, predizendo áreas com maior

adequabilidade para possível ocorrência das espécies. Os valores de AUC indicaram um bom desempenho para os modelos de *T. collaris* (0,889) e *T. cristata* (0,896) e excelente para *T. descampsi* (0,976), mesmo com poucas ocorrências.

As variáveis mais influentes na modelagem para *T. collaris* foram “Altitude” (24,1%), “Faixa de temperatura diurna anual” (18,6%) e “Precipitação média em outubro” (16,5%), somando 68% da importância total no modelo; as demais variáveis contribuíram com menos de 10% cada. Para *T. descampsi*, a variável “Cobertura de nuvens” foi a principal influenciadora do modelo, com 73,7% de contribuição, seguida por “Temperatura mínima anual” com 15,5%, totalizando 89,2% da importância. As demais variáveis contribuíram menos de 5% ou nula. No caso de *T. cristata*, as variáveis “Temperatura mínima anual” (19,6%), “Precipitação média anual” (19%), “Temperatura máxima anual” (16,4%) e “Precipitação média em abril” (13%) somaram 68% da influência no modelo, enquanto as outras variáveis ficaram abaixo de 10% (Tabela 2).

Tabela 2: Contribuição em percentual (%) de cada variável ambiental na predição das espécies.

Variável Ambiental	<i>T. collaris</i>	<i>T. descampsi</i>	<i>T. cristata</i>
A	24.1	1.4	7.4
B	2.4	73.7	1.3
C	1.1	0.3	1.5
D	7.2	0.0	4.2
E	18.6	0.0	0.2
F	9.0	4.8	1.2
G	0.2	0.0	19.0
H	6.5	0.0	13.0
I	0.9	0.0	3.6
J	1.4	0.0	2.9
K	16.5	0.6	9.2
L	5.5	1.4	16.4
M	5.7	2.2	0.4
N	0.9	15.5	19.6

Legenda: A=Altitude; B= Cobertura de nuvens anual; C= Ecorregião, D= Evaporação anual; E= Faixa de temperatura diurna anual; F= Frequência de geadas anual; G= Precipitação média anual; H= Precipitação média em abril; I= Precipitação média em janeiro; J= Precipitação média em julho; K= Precipitação média em outubro; L= Temperatura máxima anual; M= Temperatura média anual; N= Temperatura mínima anual. Fonte: Autores (2017).

No teste *Jackknife*, a variável “Altitude” teve o maior ganho para *T. collaris* quando usada isoladamente e menor ganho ao ser omitida. O mesmo ocorre para *T. descampsi*, referente a variável “Cobertura de nuvens anual”, que desempenhou, isoladamente, mais informações ao modelo. Em *T. cristata*, a “Precipitação média anual” se destaca com o maior ganho individual, enquanto a omissão de “Temperatura máxima

anual” reduziu significativamente o desempenho do modelo (Figura 4).

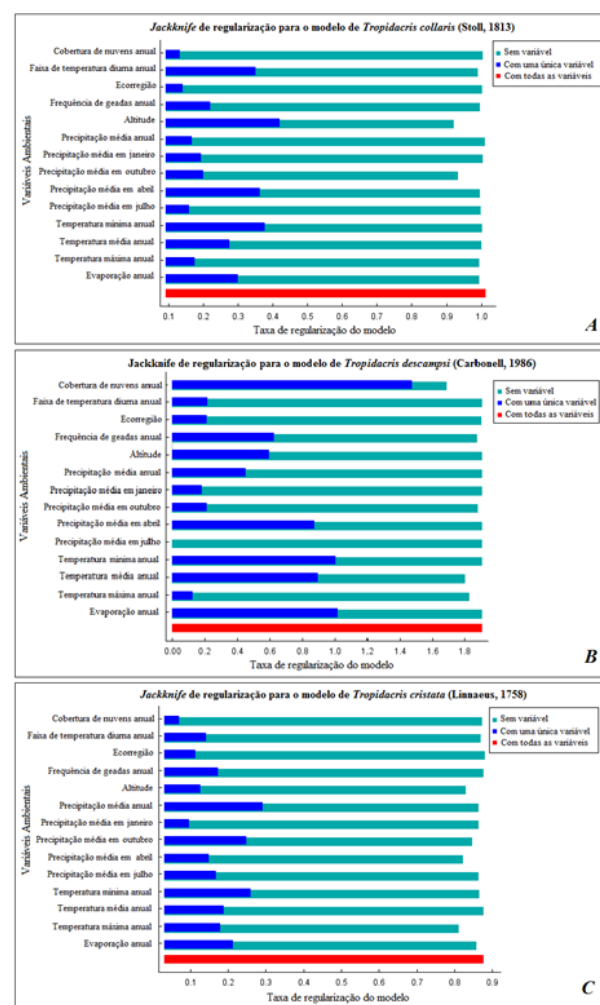


Figura 4: Teste *Jackknife* para o modelo preditivo de *T. collaris* (A), *T. descampsi* (B) e *T. cristata* (C). Fonte: Autores (2017)

Na modelagem potencial de *T. collaris* (Figura 5A), os pontos de alta potencialidade de ocorrências concentram-se na região Pan-Amazônica, que abriga a maior floresta tropical contínua do mundo, caracterizada por calor e alta umidade, que favorece uma rica biodiversidade (Ab’Saber, 2003; Foley et al., 2007; Fearnside, 2008). A espécie também demonstra potencial de ocorrência na Mata Atlântica, que, com suas elevadas taxas de umidade e diversidade florestal, compõe o segundo maior complexo de florestas tropicais do Brasil, conhecido como ‘Domínio Tropical Atlântico’ (SOS Mata Atlântica, 1993; Ab’Saber, 2003; Meirelles Filho, 2014).

Para outras áreas do continente, a espécie apresenta possibilidade de ocorrência na América Central e no noroeste da América do Sul, áreas com elevada umidade gerada por chuvas orográficas provenientes de massas de ar do Caribe e Pacífico,

incluindo a região “*Andes del Norte Húmedos*” (Aceá; Sarmiento, 2000; Tabarelli & Santos, 2004). Outros pontos prováveis incluem a Argentina, sob influência de massas de ar úmido do Atlântico (Bianchi & Cravero, 2010), além do Cerrado e Caatinga no Brasil, que variam de condições subúmidas a áridas, refletindo a flexibilidade ecológica da espécie em habitats secos, apesar de sua origem florestal (Carbonell, 1986).

As áreas com baixa probabilidade de ocorrência para *T. collaris* (Figura 5A) correspondem a regiões mais altas e frias, como os *Andes Centrales Secos* e montanhas da América Central (Aceá & Sarmiento, 2000; Birkel, 2005). No Brasil, destacam-se o Planalto das Guianas, o Planalto Central e as regiões serranas do Sudeste e Sul, com altitudes superiores a 1.000 m, que pode provocar condições climáticas mais restritivas para a presença da espécie (Hiruma et al., 2001).

Em relação a *T. descampsi*, sua modelagem confirma a hipótese de que a espécie explora um nicho ecológico restrito, com ocorrência concentrada na bacia sedimentar amazônica, indicando necessidades específicas de habitat. A espécie também apresentou alta probabilidade de ocorrência na costa úmida dos Andes e ao sul do Lago de Maracaibo, na Venezuela, áreas historicamente cobertas por florestas tropicais diversificadas, com condições de alta precipitação e evaporação favoráveis, mas que já sofreram grandes alterações, sobretudo pela agricultura, reduzido as condições ideais para sua existência (Veillon, 1989; Romero & Monasterio, 1996; Durán, 2009; Aceá & Sarmiento, 2000; Medina & Barboza, 2006). No Brasil, o Pantanal apresentou potencial de ocorrência devido aos verões chuvosos e matas úmidas (Ab’Saber, 2003), mas as alterações na paisagem também diminuem as chances de permanência de *T. descampsi* (Figura 5B).

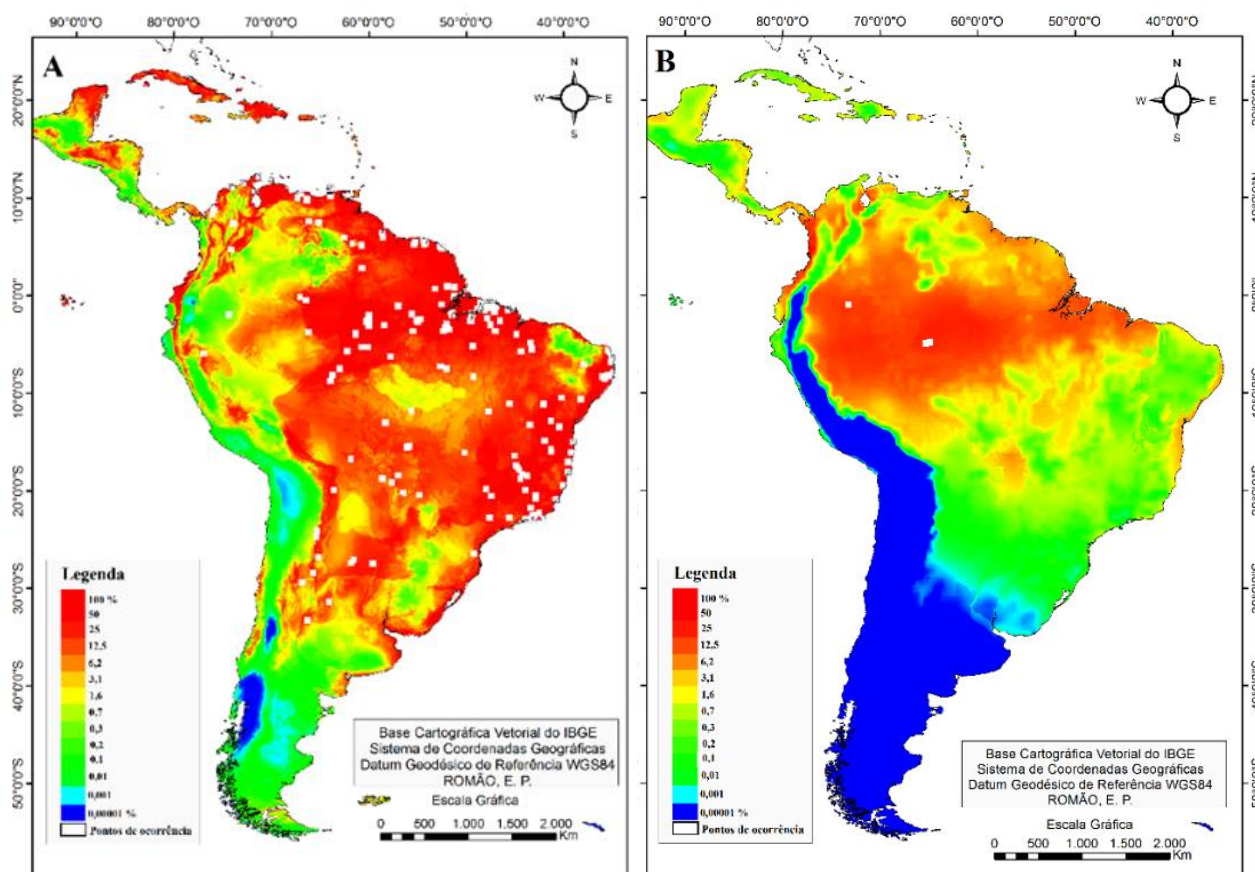


Figura 5: Distribuição potencial de *T. collaris* (A) e de *T. descampsi* (B). Fonte: Autores (2017).

A restrição de *T. descampsi* é evidente em áreas de baixas temperaturas, como na região subtropical da América, na Cordilheira dos Andes e nas montanhas da América Central, provavelmente por serem zonas mais frias do continente. Condição semelhante é observada no

Planalto Sudeste do Brasil, entre as Serras do Atlântico Leste-Sudeste, onde altitudes acima de 2.000m condicionam temperaturas mais baixas (Hiruma et al., 2001; Sartori & Sartori, 2004). O Planalto Central e os Planaltos Nordestinos, com topografias diversas, também apresentam

temperaturas reduzidas e menor cobertura densa de nuvens, uma variável crucial para a espécie.

Essas constatações podem incentivar novas pesquisas e inventários de *T. descampsi*, uma vez que ainda há lacunas na compreensão de sua história natural. Estudos, como o de Campos et al. (2023), mostram o valor da modelagem preditiva em casos com poucos dados, destacando sua importância na conservação de espécies pouco conhecidas.

A distribuição potencial de *T. cristata* abrange extensas e descontínuas áreas nas Américas Central e do Sul, com ausência prevista nas regiões frias e secas (Figura 6). Essa predição é relacionada aos diferentes habitats ocupados por suas subespécies, sendo a exclusão de áreas secas e frias uma questão ecológica e não geográfica, por possuir alta capacidade de dispersão da espécie, mas também restrições ecológicas bem definidas (Carbonell, 1986).

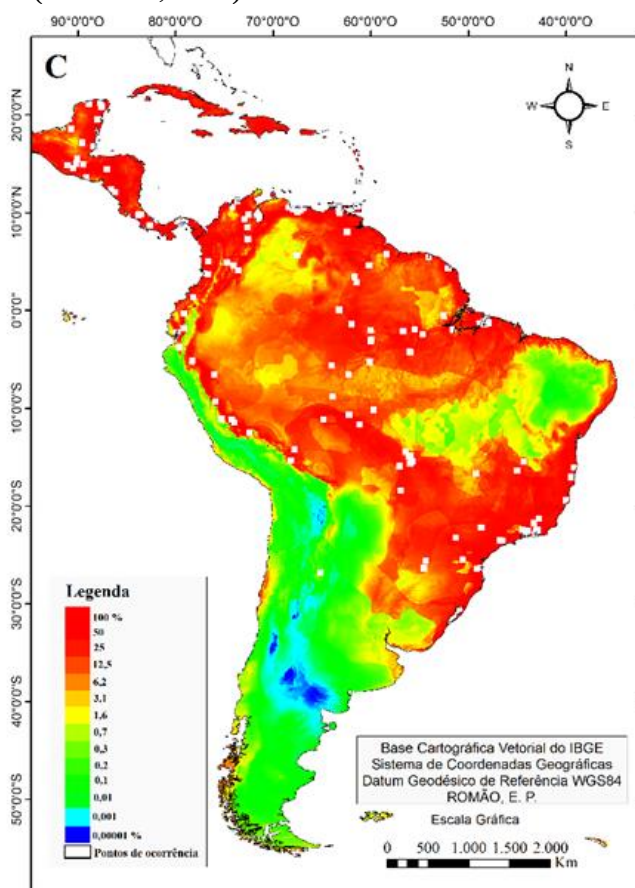


Figura 6: Distribuição potencial de *T. cristata*. Fonte: Autores (2017).

Assim, os pontos quentes de ocorrência de *T. cristata* estão nas regiões florestais úmidas e subúmidas da América Central e do Sul, incluindo grandes domínios florestais do Brasil como a Floresta Amazônica e a Mata Atlântica. Por outro lado, a espécie apresenta baixa ocorrência nas áreas

semiáridas, como a Guajira (Venezuela e Colômbia), a Diagonal Seca do Cone Sul (Argentina, Chile e Equador) e a Caatinga (Brasil), onde as temperaturas anuais são muito elevadas e constantes (Ab'Saber, 1999).

Sua probabilidade de ausência está relacionada às áreas frias, sejam em função de altas latitudes, como a península sul da Argentina, ou de alta altitude, como o planalto das Guianas e a Cordilheira dos Andes. Este apontamento também foi realizado por Rowell (2013), donde observou que a espécie está ausente de altitude acima de 1.300 m para o Panamá. Esta restrição geográfica provavelmente deve ocorrer pela redução da temperatura em função do aumento da altitude (Bianchi & Cravero, 2010; Steinke, 2012).

Distribuição potencial das subespécies

A modelagem das subespécies apresentou excelente desempenho, com AUC de 0,921 para *T. c. cristata*, 0,939 para *T. c. grandis* e 0,990 para *T. c. dux*. As variáveis mais influentes (Tabela 4) para *T. c. cristata* foram: “Precipitação média anual” (24,5%), “Temperatura mínima anual” (13,6%), “Temperatura máxima anual” (13,5%) e “Precipitação média em abril” (12,4%), que juntas contribuíram com 64% das informações. As demais variáveis tiveram contribuições inferiores a 10%. Para *T. c. grandis*, as variáveis mais influentes foram “Temperatura média anual” (21,3%), “Precipitação média em janeiro” (17,9%) e “Ecorregião” (12,2%), somando 51,4%. As demais variáveis apresentaram contribuições inferiores a 9%. Para *T. c. dux*, as variáveis mais influentes foram “Precipitação média em julho” (34,0%), “Precipitação média em abril” (19,3%), “Precipitação média em outubro” (17,6%) e “Cobertura de nuvens anual” (16,8%), que juntas contribuíram com 87,7%. As demais variáveis apresentaram contribuições inferiores a 7% ou nulas.

Tabela 4 – Contribuição de cada variável ambiental na predição de *T. c. cristata*, *T. c. grandis* e *T. c.*

Variável Ambiental	<i>T. c. cristata</i>	<i>T. c. grandis</i>	<i>T. c. dux</i>
A	6.5	0.8	1.5
B	4.7	5.7	16.8
C	2.5	12.2	0.6
D	2.7	1.6	0.0
E	2.5	7.6	0.0
F	1.1	6.4	3.5
G	24.5	0.6	0.0
H	12.4	5.3	19.3
I	4.8	17.9	0.1
J	1.8	8.4	34.0

K	8.9	5.0	17.6
L	13.5	7.3	0.0
M	0.5	21.3	0.0
N	13.6	0.0	6.5

dux. Legenda: A= Altitude; B= Cobertura de nuvens anual; C= Ecorregião, D= Evaporação anual; E= Faixa de temperatura diurna anual; F= Frequência de geadas anual; G= Precipitação média anual; H= Precipitação média em abril; I= Precipitação média em janeiro; J= Precipitação média em julho; K= Precipitação média em outubro; L= Temperatura máxima anual; M= Temperatura média anual; N= Temperatura mínima Fonte: Autores (2017).

A variável com maior ganho na predição de *T. c. cristata*, quando isolada, foi “Precipitação média anual” e a de menor, quando omitida foi “Temperatura máxima anual” (Figura 7A). Para *T. c. grandis* a variável “Temperatura média anual” apresentou maior ganho ao ser isolada e “Ecorregião” ao ser omitida (Figura 7B). Na modelagem de *T. c. dux*, o maior ganho foi “Precipitação média em julho” e a de menor ganho “Precipitação média em abril” (Figura 7C).

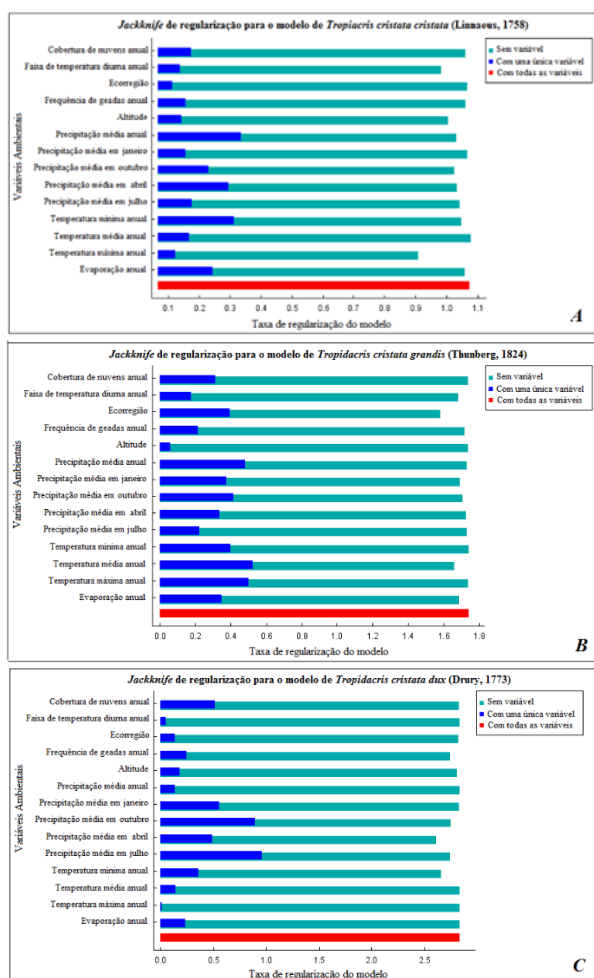


Figura 7: Teste Jackknife de *T. cristata cristata* (A), *T. cristata grandis* (B) e *T. cristata dux* (C). Fonte: Autores (2017).

O mapa de distribuição potencial de *T. c. cristata* (Figura 8A) sugere um padrão de distribuição semelhante à espécie nominal, ocorrendo em áreas florestadas da América Central e do Sul, com possível ausência nas regiões secas e frias. Sua ocorrência se destaca na extensão do Bioma Amazônico, desde o sopé dos Andes até o oceano Atlântico devido à continuidade da floresta latifoliada, sustentada por uma relação hídrica superfície-atmosfera (Ab'Saber, 1977; Sioli, 1985). Também apresenta pontos quentes nas florestas centrais da América, com clima úmido e influências oceânicas (Birkel, 2005), e ao longo da costa brasileira, estendendo-se pela Mata Atlântica, um domínio florestal rico em ambientes úmidos e biodiversos (Ab'Saber, 2003).

Os pontos frios de *T. c. cristata* estão localizados em áreas de baixas temperaturas, como na Cordilheira dos Andes, nas montanhas da América Central e nos planaltos do interior da América do Sul e do Brasil, onde a temperatura é influenciada pela altitude (Ayoade, 2010). Também foram observados pontos frios em regiões de altas latitudes, devido às baixas temperaturas em determinadas épocas do ano (Bianchi & Cravero, 2010). Além disso, a espécie apresenta baixa ocorrência em áreas semiáridas da América do Sul, como o ‘Polígono das Secas’, que são sujeitas a estiagens, baixos índices de precipitação e altas taxas de evaporação (Egler, 2005). Dessa forma, *T. c. cristata* tende a ocorrer em ambientes florestais úmidos, com provável ausência em regiões frias e/ou secas.

A distribuição potencial de *T. c. grandis* revela áreas admissíveis de ocorrência em porções florestais úmidas das Américas Central e Sul (Figura 8B). A maior concentração de pontos quentes está na região do planalto da Mata Atlântica (Hiruma et al., 2001) e nos limites da Bacia Amazônica, com destaque para os escudos arqueanos das Guianas, ao norte e ao sul, e pelo Brasil Central (Sioli, 1985). Essas áreas compartilham a presença de fisionomias ecológicas da Floresta Ombrófila Densa, com formações submontanas e montanas, que ocorrem tanto na Amazônia quanto no litoral brasileiro, e estão associadas a fatores climáticos tropicais, como elevadas temperaturas e alta precipitação (IBGE, 2012). A distribuição potencial da subespécie é explicada pelo predomínio de variáveis ambientais relacionadas à temperatura, precipitação, altitude e ecorregião, que compreendem unidades biogeográficas com limites naturais bem definidos.

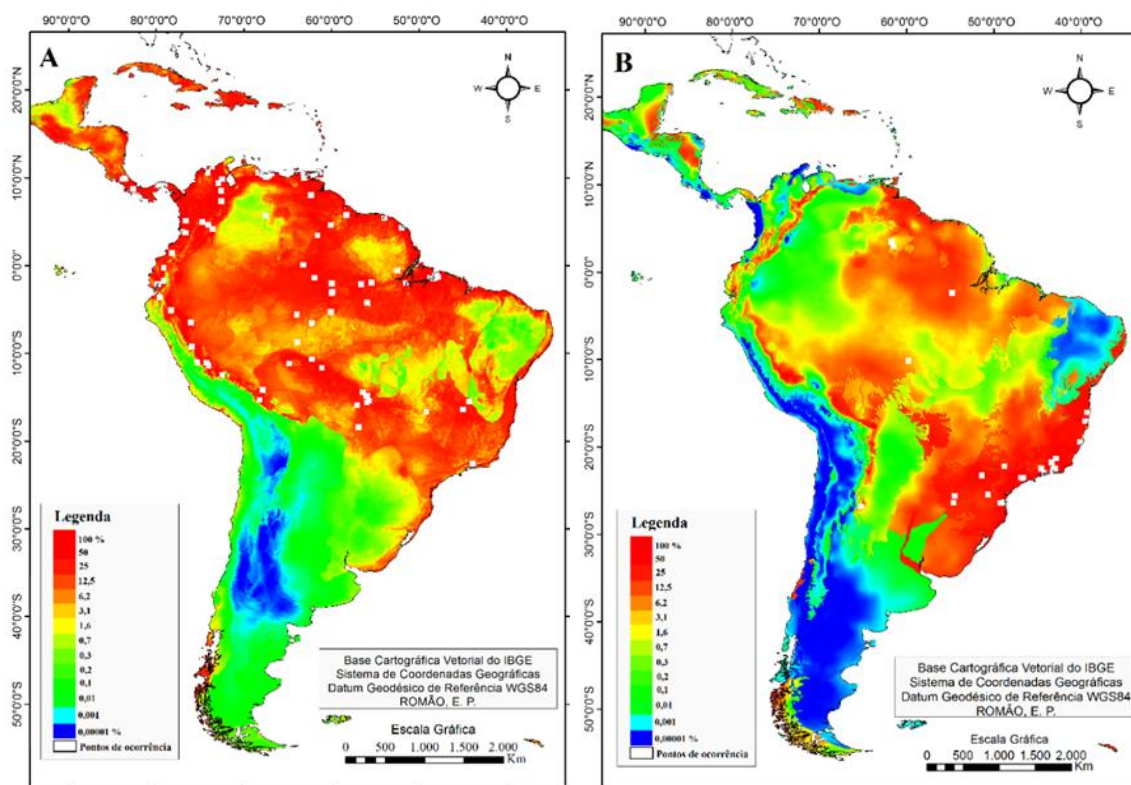


Figura 8: Distribuição potencial de *T. c. cristata* (A) e *T. c. grandis* (B). Fonte: Autores (2017).

Quanto a baixa probabilidade de ocorrência, é provável que *T. c. grandis* não ocorra em áreas de grandes altitudes, como a Cordilheira dos Andes e as montanhas da América Central, devido ao resfriamento adiabático, que causa baixas temperaturas em altitudes elevadas (Steinke, 2012). Regiões de altas latitudes, como o extremo sul do continente, também apresentaram pontos frios, provavelmente em função da massa de ar polar, com temperaturas baixas, precipitação reduzida e baixa evaporação (Mendonça; Danni-Oliveira, 2007). A espécie tende a estar ausente em regiões áridas e semiáridas, como a Venezuela, Colômbia, Argentina, Chile e a Caatinga no Brasil, devido aos baixos índices de precipitação (Reatto; Martins, 2005).

A predição da subespécie *T. cristata dux* (Figura 9) mostra uma alta concentração de pontos quentes na América Central, em florestas tropicais e áreas de altitude que podem estar sob influência das massas de ar do Caribe e do Pacífico (Birkel, 2005), além de ocorrência provável na Colômbia e Venezuela, que possuem condições climáticas semelhantes (SOGEOCOL, 1985; Guimarães & Cardim, 2003). Vale destacar que *T. c. dux* é a única subespécie capaz de habitar regiões secas e de alta altitude, o que justifica sua presença na América Central e no sul do Brasil (Carbonell, 1986). No entanto, alterações na

paisagem podem impactar sua provável ocorrência (Cheung et al., 2009; Nodari, 2012).

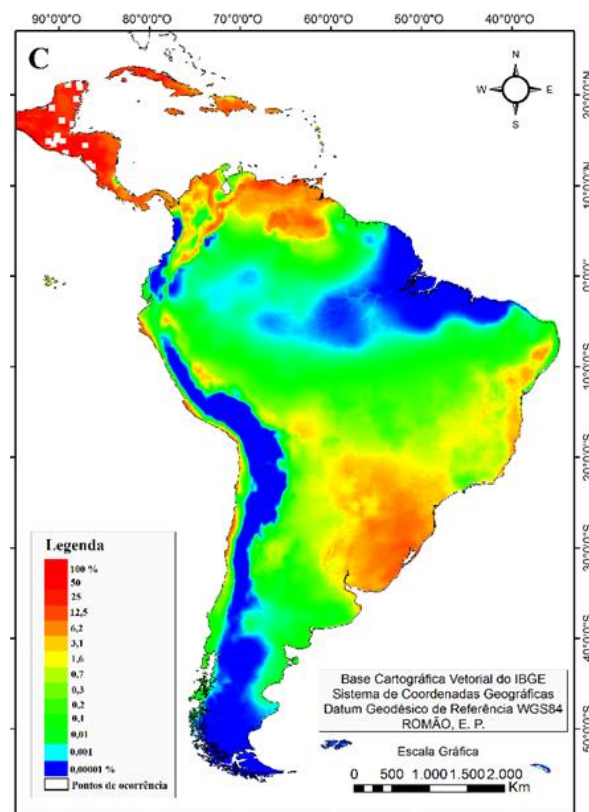


Figura 9: Distribuição potencial de *T. c. dux* (C). Fonte: Autores (2017).

A subespécie *T. c. dux* também foi a única a exibir pontos frios na Bacia Amazônica. Essa restrição pode estar associada a um possível isolamento e especiação de espécimes ancestrais, em função de eventos geológicos, como o fechamento de lagos durante o Mioceno e a formação do sistema fluvial do Rio Amazonas após o soerguimento dos Andes e da abertura do Atlântico Equatorial (Rossetti et al., 2005; Costa et al., 1996). Esses eventos provavelmente formaram uma barreira que limitou ancestrais da subespécie às áreas úmidas da América Central. Por fim, sua predição também revela pontos frios em toda a Cordilheira dos Andes, áreas áridas e semiáridas com baixa precipitação e temperaturas reduzidas (Genin & Alzérreca, 2006).

Conclusões

Este estudo apresenta os primeiros registros de ocorrência de *Tropidacris descampsi* para o Brasil e a Amazônia Legal, o que concebe um avanço importante para futuras pesquisas sobre a biologia, alimentação, habitat e relevância econômica da espécie. Confirmou-se que *Tropidacris collaris* e *Tropidacris cristata* possuem ampla distribuição geográfica e potencial de ocorrência na Região Neotropical, enquanto *T. descampsi* apresenta uma distribuição visivelmente restrita à Bacia Amazônica.

As análises sugerem que *T. collaris* possui alta adaptabilidade ecológica, com uma distribuição que inclui uma variedade de ambientes, exceto áreas de grande altitude. Por outro lado, *T. cristata* apresenta ampla distribuição em florestas equatoriais, tropicais e subtropicais, mas parece ser limitada em regiões áridas e semiáridas.

Este trabalho contribui para ampliar o conhecimento sobre as espécies do gênero *Tropidacris* e as condições ambientais que favorecem ou limitam suas ocorrências, fornecendo mapeamentos de áreas de distribuição e potencial de ocorrência. Essas informações podem direcionar futuros inventários, otimizando custos e ampliando o alcance dos levantamentos faunísticos. Ainda assim, é essencial que novas pesquisas sejam conduzidas, uma vez que, embora apenas uma espécie seja atualmente considerada praga agrícola, há uma lacuna significativa de informações bioecológicas que poderiam avaliar o potencial das outras espécies desse gênero em também se tornarem pragas agrícolas.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos curadores das Coleções Zoológicas visitadas, pela autorização e atendimento na obtenção de dados sobre os exemplares estudados; À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos (mestrado) a primeira autora na época de desenvolvimento da pesquisa; Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico (CNPq) pela concessão o processo de bolsa (302247/2024-6) de Desenvolvimento Tecnológico em TICs ao quarto autor, executado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) através do processo 422354/2023-6.

Referências

- Ab'Saber, Aziz Nacib., 1977. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul: primeira aproximação. Geomorfologia. São Paulo, v.53, p.1-23.
- Ab'Saber, Aziz Nacib., 1999. Dossiê Nordeste seco – Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida. Estudos Avançados, 13 (36).
- Ab'Saber, Aziz Nacib., 2003. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo. Ateliê Editorial.
- Acea, M. J. & Sarmiento, L., 2000. Regulacion de la Fertilidad en Agroecosistemas de los Andes Tropicales: Efecto de la Diversidad Ecológica, Biológica y Cultural. XII Subprograma “Diversidade Biológica” do Cyted, Condesam.
- Afonso R.; Lemes P. G.; Sarmiento, R. A.; Leite, P. J. B.; Neto, P. M.; dos Anjos, N., 2014. First Report of Giant Grasshopper *Tropidacris collaris* (Orthoptera: Acridoidea: Romaleidae) Attacking Plantations of *Acacia mangium* (Fabaceae) in Brazil. Source: Journal of the Kansas Entomological Society, 87(1):102-105. Published By: Kansas Entomological Society.
- Araújo, M. B.; Pearson, R. G.; Thuillers, W.; Erhard, M., 2005. Validation of species climate impact models under climate change. Global Change Biology, 11: 1504-1513.
- Ayoade, J., 2010. O. Introdução à climatologia para os trópicos. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos – 14ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand, Brasil.
- Barrientos, L. L., 1995. The present state of the locust and grasshopper problem in Brazil. Jornal of Orthoptera Research, v. 4, p. 61-64.
- Bianch, A. R.; Cravero, S. A. C., 2010. Atlas Climático Digital de la República Argentina. Editora do Instituto de Tecnologia Agropecuária – INTA.

- Birked, C., 2005. Sequía en Centroamérica: Implementación Metodológica Espacial para la Cuantificación de Sequías en el Golfo de Fonseca. Reflexiones, v. 84, núm. 1, pp. 57-70 Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Buhl, J.; Sword, G. A.; Clissold, F. J.; Simpson, S. J., 2011. Group structure in locust migratory bands. Behavioral Ecology and Sociobiology, 65(2): 265-273.
- Campos, J. R. P.; da Cruz, V. M. S.; Sousa, F. C.; Almeida Jr., E. B., 2023. Modelagem preditiva de *Peltogyne maranhensis*, espécie ameaçada de extinção no Cerrado do Maranhão, Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Geografia Física v. 16, n.05, 2569-2578.
- Campos-Pinzón, J. C., Vergara-Navarro, E. V., Camacho-Delgado, H. O., Mateus-Cagua, D. M., & Pisco-Ortíz, Y. C. (2023). Insectos, ácaros y enfermedades asociados al cultivo de marañón. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (agrosavia). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.nbook.7406535>
- Carbonell, C. S., 1986. Revision of the Neotropical Genus *Tropidacris* (Orthoptera, Acridoidea, Romaleidae, Romaleinae). Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia, 138 (2): 366-402.
- Carpenter, F. M.; Burnham, L., 1985. The Geological Record of Insects. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 13: 297-314.
- Cheung, K. C.; Marques, M. C. M.; Liebsch, D., 2009. Relação entre a presença de vegetação herbácea e a regeneração natural de espécies lenhosas em pastagens abandonadas na Floresta Ombrófila Densa do Sul do Brasil. Acta botânica brasileira, 23 (4): 1048-1059.
- COPR. Centre for Overseas Pest Research. 1982. The locust and grasshopper agricultural manual. London. 690 pp.
- Costa, J. B. S.; Bermeguy, R. L.; Hasui, Y.; Borges, M. S.; Ferreira Jr., C. R. P.; Bezerra, P. E. L.; Costa, M. L.; Fernandes, J. M. G., 1996. Neotectônica da região amazônica: aspectos tectônicos, geomorfológicos e deposicionais. Geonomos, 4, 23– 44 p.
- Dinis-filho, J. A. F.; Nabout J. C.; Bini, L. M.; Loyola, R. D.; Rangel, T. F.; Nogueira-bravos, D.; Araújo, M. B., 2010. Ensemble forecasting shifts in climatically suitable areas for *Tropidacris cristata* (Orthoptera: Acridoidea: Romaleidae). Insect Conservation and Diversity, v. 3, 213– 221.
- Durantón, J. F.; Launois, M.; Launois-luong, M. H.; Lecoq, M., 1987. Guia prático de luta contra gafanhotos no Brasil, Versão em português por GRANDGERARD, E. F.; FAO, Rome/CIRAD/PRIFAS. 168 p. Monqiellier.
- Eades, D. C.; Otte, D.; Cigliano, M.; Braun, H., 2016. Orthoptera species file. Version 5.0/5.0. Disponível em: <http://orthoptera.speciesfile.org>.
- Egler, C. A. G., 2005. Atlas digital dos sertões. Rio de Janeiro: [s.n.].
- FEARNSIDE, P. M., 2008. The Roles and Movements of Actors in the Deforestation of Brazilian Amazonia. Ecology and Society, v. 13, n. 1.
- Foley, J. A.; Asner, G. P.; Costa, M. H.; Coe, M. T.; Defries, R.; Gibbs, H. K.; Howard, E. A.; Olson, S.; Patz, J.; Ramankutty, N.; Snyder, P., 2007. Amazonia revealed: forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon Basin. Frontiers in Ecology and the Environment, v. 5, n. 1, p. 25-32.
- Genin, D.; Alzérreca, H., 2006. Campos nativos de pastoreio y producción animal em la puna semiárida y árida andina. Sécheresse, 17 (1-2): 265-74.
- González, R. D. C.; Murgas, A. S.; Valdespino, R. A.; Alvarado, A. B.; Barrozo, J. A. L.; Suira, J.; Samudio, J. G., 2023. *Tropidacris cristata* (L., 1758) (Orthoptera: Romaleidae): ampliación del rango de distribución em Panamá. Revista Investigación Agraria, 5(2), 15-22. <https://doi.org/10.47840/ReInA.5.2.1823>
- Guerra, W. D.; Oliveira, P. C.; Pujol-Luz, J. R. Gafanhotos (Orthoptera, Acridoidea) em áreas de cerrados e lavouras na Chapada dos Parecis, Estado de Mato Grosso, Brasil. Revista Brasileira de Entomologia, 56(2): 228–239, junho, 2012.
- Guimarães, F. S.; Bueno, G. T.; Mendes, D. S. O.; Diniz, A. D.; Souza, J. B., 2016. Variações ecológicas, fitofisionômicas, edáficas e distribuição das espécies em um gradiente ambiental entre campinarana e campina – Bacia do Rio Demini, AM. Caderno de Geografia, v.26, número especial 1.
- Guimarães, S. P.; Cardim, C. H., 2003. Venezuela: Visões brasileiras. Brasília: IPRI.
- Hijmans, R. J.; Guarino, L.; Rojas, E., 2002. Diva-Gis a geographic information system for the analysis of biodiversity data. Manual. International Potato Center. Lima: Peru.
- Hiruma, S. T.; Riccomini, C.; Modenesi-Gauttieri, M. C., 2001. Neotectônica no Planalto de Campos do Jordão, SP. Revista Brasileira de Geociências, 31(3):375-384.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística., 2012. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro. p. 271.

- Lecoq, M., 1991 Gafanhotos do Brasil. Natureza do Problema e Bibliografia. Editora: EMBRAPA/NMA e CIRAD/PRIFAS, Montpellier. 158 p.
- Lhano, M. G; Serrano, L. A. L; Vodal-Neto, F. C; Dias-Pini, N. S., 2019. *Tropidacris collaris* (Orthoptera: Romaleidae) expands its damage in orchards of the dwarf cashew, *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae). Entomological Science, 22, 151-156. Doi: 10.1111/ens.12347
- Maciel, G. P. S; Farias, L. L; Lhano, M. G; Malaquias, J. B; Duarte, P. M; Silva, M. L. S; Dias-Pini, N. S., 2023. Seasonality of violet-winged grasshopper ('*Tropidacris collaris*' (stoll, 1813) (Orthoptera: Romaleidae) in the dwarf cashew. Australian Journal of Crop Science, Vol. 17, No. 12, 887-892.
- Medina, E. & Barboza, F., 2006. Lagunas Costeras del Lago de Maracaibo: Distribución, Estatus y Perspectivas de Conservación. Ecotropicos, 19 (2): 128-139.
- Meirelles Filho, J. C. S., 2014. É possível superar a herança da ditadura brasileira (1964-1985) e controlar o desmatamento na Amazônia? Não, enquanto a pecuária bovina prosseguir como principal vetor de desmatamento. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi – Ciências Humanas, v. 9, n. 1, p. 219-241.
- Mendonça, F.; Danni-Oliveira, I. M., 2007. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. Oficina de Textos. São Paulo. 208 p.
- Nodari, E. S., 2012. "Mata Branca": o uso do machado, do fogo e da motosserra na alteração da paisagem de Santa Catarina. In: Nodari, E. S.; Correa, M. S. História Ambiental e Migrações, Oikos: São Leopoldo. p.35-53.
- Nunes-Gutjahr, A. L., 2008. Levantamento e diagnóstico de Insecta-Orthoptera (Acridoidea) semiaquáticos e terrestres da Região do Rio Xingu - AHE Belo Monte. (Relatório Final – Projeto Belo Monte). Museu Paraense Emílio Goeldi: Belém, PA, 46 p.
- Nunes-Gutjahr, A. L.; Braga, C. E., 2009. Gafanhotos: Um salto para a diversidade. Revista Amazônia, v. 2, p. 265-272, Belém.
- Nunes-Gutjahr, A. L.; Braga, C. E., 2010. Similaridade entre amostras da Acridofauna (Orthoptera: Acrididae) em quatro áreas ao longo da Estrada Santarém-Cuiabá (BR-163), Pará, Brasil. Revista Nordestina de Zoologia, v.4, p.118-130.
- Nunes-Gutjahr, A. L.; Braga, C. E., 2011. Gafanhotos. In: Oliveira, M. L., Bacaro, F.B., Braga-Neto, R., Magnusson, W. E. *Reserva Ducke: A Biodiversidade Amazônica através de uma grade*. Org. Editora INPA. Manaus – AM.
- Pelizza, S. A., Eliades, L. A.; Saparrat, M. C. N.; Cabello, M. N.; Scorsetti, A. C.; Lange, C. E., 2012. Screening of Argentine native fungal strains for biocontrol of the grasshopper *Tropidacris collaris*: relationship between fungal pathogenicity and chitinolytic enzyme activity. World Journal of Microbiology Biotechnology, 28:1359–1366.
- Phillips, S. J.; R. P. Anderson, et al., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling, 190, 231-259.
- Phillips, S.J.; Dudík, M; Schapire, R.F., 2004. A Maximum Entropy Approach to Species Distribution Modeling In: Proceeds of the Twenty-First International Conference on Machine Learning, 655-662.
- Phillips, S.J.; Research, T., 2008. A Brief Tutorial on Maxent. Amphibiatree Workshop. University of California. Berkeley.
- Pliscoff, P; Fuentes-Castillo, T., 2011. Modelación de la distribución de especies y ecosistemas en el tiempo y en el espacio: una revisión de las nuevas herramientas y enfoques disponibles. Revista de Geografía Norte Grande, 48: 61-79.
- Poot, M., 2021. Ficha Técnica: "Chapulín Gigante *Tropidacris cristata dux*" (Orthoptera: Romaleidae). OIRSA, 4 p.
- Price, P. W., 1997. Importance of Insect Ecology. In: Price, P. W. Insect Ecology. 3ª ed. Ed. John Wiley & Sons, New York, NY. p 1-8.
- Romero, L. & Monasterio, M., 1996. Los Costos Ecológicos y Socioeconómicos del Autoabastecimiento Lechero: El caso del Sur del Lago de Maracaibo. Agroalimentaria. N 3, Venezuela. 14 p.
- Rosseti, D. F.; Toledo, P. M.; Góes, A. M., 2005. New geological framework for Western Amazonia (Brazil) and implications for biogeography and evolution. Science Direct / Quaternary Research, (63) 78-89 p.
- Rowell, C., 2013. The Grasshoppers (Caelifera) of Costa Rica and Panama. The Orthopterists' Society, 617 p. Disponível em: <https://www.nhbs.com/the-grasshoppers-caelifera-of-costa-rica-and-panama-book>
- Sartori, P. L. P.; Sartori, M. G. B., 2004. Um Brasil de montanhas. Ciência e Natura, 26 (2): 61-74, UFSM, Santa Maria,
- Sioli, H., 1985. Amazônia: Fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais. Tradução de Joann Becker. Petrópolis: Vozes. 69 p.
- SOGEOCOL. Sociedade Geográfica de Colombia. 1965. Climatologia Colombiana. Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia, 87-88 p.

- Spanner, G.C.; Herrera, R.C.; Alvarez, W.P. De; Lima, A.J.N., 2021. Distribuição potencial de *Vouacapoua americana* Aubl. na Amazônia brasileira e o impacto da mudança no uso do solo. *Revista Brasileira de Geografia Física* v.14n.02: 1094-1115.
- Steinke, E.T., 2012. *Climatologia fácil*. Oficina de Textos. São Paulo. 141 p.
- Swets, J. A., 1988. Measuring the accuracy of diagnostic systems. *Science*, 240: 1285:1293 p.
- Tabarelli, M.; Santos, A.M. M., 2004. Uma breve descrição sobre a história natural dos Brejos Nordestinos. *In*: R. C.; Cabral, J. J. P; Tabarelli, M. (Orgs.). *Brejo de Altitude em Pernambuco e Paraíba – História Natural, Ecologia e Conservação*. Brasília. 17-24 p.
- Veillon, J. P., 1989. *Los Bosques Naturales de Venezuela*. Edit.: Instituto de Silvicultura, Universidade de Los Andes. Mérida. 177 p.
- Yasin M, Khan A, Qayyum MA, Yousuf HMB, Mehfooz A, Hunter D., 2024. Biological control of locusts and grasshoppers: A review. *Journal of Orthoptera Research* 33(2): 289–304. <https://doi.org/10.3897/jor.33.114472>