

Universidade do Estado do Pará  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia  
Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Mestrado



Essia de Paula Romão

**Distribuição geográfica e potencial das espécies do gênero  
*Tropidacris* Scudder, 1869 (Orthoptera: Romaleidae)**

Belém, Pará  
2017

Essia de Paula Romão

**Distribuição geográfica e potencial das espécies do gênero  
*Tropidacris* Scudder, 1869 (Orthoptera: Romaleidae)**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Ciências Ambientais no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Estado do Pará.

Orientadora: Dra. Ana Lúcia Nunes Gutjahr.  
Coorientador: Dr. Carlos Elias de Souza Braga.

Belém, Pará  
2017

Essia de Paula Romão

**Distribuição geográfica e potencial das espécies do gênero  
*Tropidacris* Scudder, 1869 (Orthoptera: Romaleidae)**

Dissertação apresentada como requisito parcial para  
obtenção do título de mestre em Ciências  
Ambientais no Programa de Pós-Graduação em  
Ciências Ambientais.

Universidade do Estado do Pará.

Data da defesa: 17/02/2017

Banca Examinadora

\_\_\_\_\_ – Orientador(a)

Profª. Dra. Ana Lúcia Nunes Gutjahr  
Universidade do Estado do Pará

\_\_\_\_\_ – 1º Examinador(a)

Profª. Dra. Cristina do Socorro Fernandes de Senna  
Museu Paraense Emílio Goeldi

\_\_\_\_\_ – 2º Examinador(a)

Prof. Dr. Antonio Sérgio Silva de Carvalho  
Universidade do Estado do Pará

\_\_\_\_\_ – 3º Examinador(a)

Profª. Dra. Veracilda Ribeiro Alves  
Universidade do Estado do Pará

\_\_\_\_\_ – Suplente

Prof. Dr. Altem Nascimento Pontes  
Universidade do Estado do Pará

À toda minha família, pelo apoio na concretização deste sonho, paciência em minha ausência e, principalmente, pelo amor que nos une e fortalece mesmo com a distância.

À minha vó materna Maria Regina (*in memoriam*), que partiu deixando muita saudade.

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade do Estado do Pará pela oferta do curso de Mestrado em Ciências Ambientais.

À Coordenação Geral do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, em nome do Prof. Dr. Altem Pontes, pela condução do curso.

À minha Orientadora Dra. Ana Lúcia Nunes Gutjahr pela disponibilidade, oportunidade de aprendizado e pelos desafios propostos.

Ao meu Coorientador Dr. Carlos Elias de Souza Braga, pelas valiosas contribuições e sugestões, que sempre se fizeram fundamentais e precisas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos, essencial para realização desta pesquisa.

Aos curadores das Coleções Zoológicas visitadas, pela confiança e disponibilidade.

Aos professores do PPGCA-UEPA pelo valioso conhecimento transmitido e compartilhado.

Um agradecimento caloroso aos meus pais Severino Romão e Ivanilde Romão; irmãs e irmãos: Edna Romão, Edson Romão, Edjane Romão Buarque, Eronilson Romão, Eronildo Romão, Elayne Romão Lucena, Elyne Romão e Elloá Romão; sobrinhos e sobrinhas: Ewelly Romão, Sabrina Romão, Rayane Amorim Romão, Emerson Romão e Henrique Buarque Romão, e demais familiares. Meus exemplos de ética, moral, amor e união.

Ao meu companheiro Walber Torres, por ser o alicerce que nunca me deixou cair e meu grande incentivador.

Às secretárias do PPGCA-UEPA pela disposição e atenção.

Aos colegas do curso que buscaram ajudar um ao outro sempre à procura do aprendizado, em especial as colegas Ivone Pereira e Nayara Dias, por toda atenção e cuidado prestado.

Ao colega João Marques, sempre prestes a ajudar de todas as formas possíveis.

Aos colegas da Coleção Zoológica Didático-Científica Dr. Joachim Adis/UEPA: Priscila Oliveira, Yuri Freitas, Wilson Lima, Érica Ramos, Pedro Luz, Benedito Resque Jr., Andreza Martins, Gustavo Tavares e Rafael Sovano, por toda contribuição e ajuda.

Aos meus ex-professores Janduy Antonio e Laudenor Pereira, por acreditarem em um potencial que nunca me permitiram desprezar.

A todos que fazem a Família Romão, por toda compreensão na realização deste sonho.  
Amo muito vocês, a cada dia um pouco mais.

**Muito obrigada a todos!**

## RESUMO

Os gafanhotos são insetos pertencentes à ordem Orthoptera e possuem importância ecológica e ambiental por serem desfolhadores naturais, comporem a base alimentar de outros animais nas cadeias tróficas e bioindicadores de qualidade ambiental, além de importância econômica, devido algumas espécies serem pragas agrícolas. A família Romaleidae é composta por gafanhotos de pequeno a grande porte, tendo no gênero *Tropidacris* os maiores da Região Neotropical. Entre as três espécies de *Tropidacris* (*Tropidacris collaris*, *Tropidacris cristata* e *Tropidacris descampsi*), apenas *Tropidacris collaris* é considerada praga agrícola. Apesar de não haver estudos indicando que as demais espécies causem danos econômicos, existe uma preocupação de que futuramente, possa ocorrer mudança alimentar, decorrente das transformações ambientais causadas principalmente pelas atividades antrópicas. Estas, poderiam induzir tais espécies ao ataque de plantas cultivadas. Nesse sentido, estudos sobre a distribuição geográfica e potencial de espécies são essenciais para formular modelos de cenários atuais e futuros, os quais servirão de base para prognosticar a possibilidade de determinadas espécies tornarem-se pragas agrícolas. Tais estudos também servem para prever e diagnosticar quais as variáveis ambientais podem estar influenciando e/ou contribuindo para as mudanças de hábitos de determinadas espécies, tais como as dos gafanhotos do gênero *Tropidacris*. O presente estudo objetivou realizar a distribuição geográfica e potencial das espécies de gafanhotos de *Tropidacris*, a fim de identificar áreas passíveis de ocorrência dessas espécies. Os mapas foram produzidos nos softwares *DivaGis* e *MaxEnt*, para distribuição geográfica e potencial, através de informações dos espécimes contidos nos acervos de coleções zoológicas e em literatura especializada. Foram consultados os acervos de seis coleções (INPA, UFAM, UEPA, MPEG, IEPA e UNIFAP), além da literatura, totalizando 689 registros de *Tropidacris*, sendo dois novos registros de *T. descampsi* para o Brasil e para a Amazônia Legal. O mapa de distribuição geográfica confirmou a ampla distribuição de *T. collaris* e *T. cristata* e a restrição de *T. descampsi* ao bioma amazônico. Os mapas de distribuição potencial indicaram que *T. descampsi* permanece restrito à Amazônia, enquanto que *T. collaris* e *T. cristata* têm sua distribuição ampliada, estando *T. collaris* ausente de áreas de altitude e *T. cristata* de áreas secas. Além, disso foi possível verificar que *T. collaris* apresentou uma grande adaptabilidade ecológica por diferentes ambientes e *T. cristata* possui predileção por ambientes de florestas equatoriais, tropicais, tropicais de altitude e subtropicais. Portanto, este estudo contribui para o conhecimento sobre as condições ambientais de ocorrência e ausência das espécies do gênero *Tropidacris*.

**Palavras-chave:** Mapeamento. Modelagem. Gafanhotos.

## ABSTRACT

Grasshoppers are insects which belong to the order Orthoptera, have ecological and environmental importance because they are natural defoliants, compose the food base of other animals in the trophic chain, serve as a bioindicator for environmental quality, and have their economic importance as some species prove to be agricultural pests. The Romaleidae family are composed of small to large grasshoppers, with *Tropidacris* being the largest in the Neotropical Region. Among the three species of *Tropidacris* (*Tropidacris collaris*, *Tropidacris cristata* and *Tropidacris descampsi*), only *Tropidacris collaris* is considered as an agricultural pest. Although there are no studies indicating that the other species cause economic damages, there is a concern with regard to their future habit change, caused by environmental transformations mainly due to anthropic activities, which could induce these species to attack cultivars. In this sense, studies on the geographical distribution and potential of species are essential for formulating current and future scenarios models, which will serve as a basis for predicting the possibility of certain species becoming agricultural pests. These studies also serve to predict and diagnose which environmental variables may be influencing and / or contributing to habit changes of certain species, such as grasshoppers of the genus *Tropidacris*. The present study aimed to realize the geographic and potential distribution of the grasshopper species of *Tropidacris*, in order to identify areas likely to occur for these species. The maps were produced in software DivaGis and MaxEnt, for geographic and potential distribution using information of the specimens contained in the collections of zoological collections and in specialized literature. The collections of six collections (INPA, UFAM, UEPA, MPEG, IEPA and UNIFAP) were consulted, in addition to the literature, totaling 689 records of *Tropidacris*, including two new records of *T. descampsi* for Brazil and for the Legal Amazon. The geographical distribution map confirmed the wide distribution of *T. collaris* and *T. cristata* and the restriction of *T. descampsi* to the Amazonian biome. In the maps of potential distribution, *T. descampsi* remains restricted to the Amazon, while *T. collaris* and *T. cristata* have an extended distribution, with *T. collaris* absent from high altitude areas and *T. cristata* from dry areas. In addition, it was possible to verify that *T. collaris* showed great ecological adaptability for different environments and *T. cristata* has a predilection for environments of tropical forests, tropical and subtropical altitudes. Therefore, this study contributes to the knowledge about the environmental conditions of occurrence and absence of the species of the genus *Tropidacris*.

**Keywords:** Mapping. Modeling. Grasshoppers.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Variáveis ambientais do banco de dados do <i>software MaxEnt</i> utilizadas para a geração de modelos de distribuição potencial de <i>Tropidacris</i> sp.	25
<b>Tabela 2</b>	Número total de espécimes, espécies e subespécies de <i>Tropidacris</i> procedentes de coleções zoológicas e de literaturas especializadas.	26
<b>Tabela 3</b>	Contribuição percentual de cada variável ambiental no modelo preditivo da distribuição do gafanhoto <i>Tropidacris collaris</i> , <i>Tropidacris descampsi</i> e <i>Tropidacris cristata</i> .	32
<b>Tabela 4</b>	Contribuição percentual de cada variável ambiental no modelo preditivo de <i>Tropidacris cristata cristata</i> , <i>Tropidacris cristata grandis</i> e <i>Tropidacris cristata dux</i> .	38

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Fêmea adulta de <i>T. collaris</i> registrada entre os exemplares do acervo da Coleção Zoológica Didático-Científica Joachim Adis - UEPA.	15
<b>Figura 2</b>	Fêmea adulta de <i>T. descampsi</i> registrada entre os exemplares do acervo da Coleção Zoológica da UFAM.	16
<b>Figura 3</b>	Fêmea adulta de <i>T. cristata cristata</i> registrada entre os exemplares do acervo da Coleção Zoológica Didático-Científica Joachim Adis - UEPA.	16
<b>Figura 4</b>	Distribuição geográfica de espécies <i>Tropidacris collaris</i> , <i>Tropidacris descampsi</i> e <i>Tropidacris cristata</i> .	28
<b>Figura 5</b>	Distribuição geográfica de <i>Tropidacris cristata cristata</i> , <i>Tropidacris cristata dux</i> e <i>Tropidacris cristata grandis</i> .	30
<b>Figura 6</b>	Teste <i>Jackknife</i> para o modelo preditivo de <i>Tropidacris collaris</i> , <i>Tropidacris descampsi</i> e <i>Tropidacris cristata</i> .	33
<b>Figura 7</b>	Distribuição potencial das espécies <i>Tropidacris collaris</i> , <i>Tropidacris descampsi</i> e <i>Tropidacris cristata</i> .	35
<b>Figura 8</b>	Teste <i>Jackknife</i> para o modelo preditivo de <i>Tropidacris cristata cristata</i> , <i>Tropidacris cristata grandis</i> e <i>Tropidacris cristata dux</i> .	40
<b>Figura 9</b>	Distribuição potencial das subespécies <i>Tropidacris cristata cristata</i> , <i>Tropidacris cristata grandis</i> e <i>Tropidacris cristata dux</i> .	41

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AUC	Area under the curve
COPR	Centre for Overseas Pest Research
CZJA	Coleção Zoológica Didático-Científica Dr. Joachim Adis/UEPA
GPS	Global Positioning System
IEPA	Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
MAXENT	Maximum Entropy Modelling
MPEG	Museu Paraense Emílio Goeldi
mTa	Massa Tropical Atlântica
ROC	Receiver Operating Characteristics
UEPA	Universidade do Estado do Pará
UFAM	Universidade Federal do Amazonas
UNIFAP	Universidade Federal do Amapá
WGS84	World Geoeitic System 1984

## SUMÁRIO

<b>1)</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL</b>	12
	CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES ESTUDADAS	14
	REFERÊNCIAS	17
<b>2)</b>	<b>ARTIGO</b>	20
	Distribuição geográfica e potencial das espécies do gênero <i>Tropidacris</i> Scudder, 1868 (Orthoptera: Romaleidae)	21
	RESUMO	21
	ABSTRACT	21
	INTRODUÇÃO	21
	METODOLOGIA	23
	Ocorrência das espécies de <i>Tropidacris</i>	23
	Distribuição geográfica das espécies	24
	Distribuição potencial das espécies	24
	Variáveis ambientais	25
	Avaliação do modelo preditivo do <i>MaxEnt</i>	25
	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
	Espécies de <i>Tropidacris</i> contidas em coleções zoológicas e literatura científica	26
	Distribuição geográfica das espécies e subespécies do gênero <i>Tropidacris</i>	27
	Distribuição potencial das espécies do gênero <i>Tropidacris</i>	31
	Distribuição potencial das subespécies de <i>Tropidacris cristata</i>	38
	CONCLUSÃO	44
	AGRADECIMENTOS	45
	REFERÊNCIAS	45
<b>3)</b>	<b>CONCLUSÃO GERAL</b>	49
<b>4)</b>	<b>ANEXOS</b>	50

## 1) INTRODUÇÃO GERAL

A ordem Orthoptera representa um dos grupos mais antigos da Classe Insecta, com registros fósseis datados do Período Carbonífero, há 300 milhões de anos (CARPENTER & BURNHAM, 1985; PRICE, 1997). Os ortópteros são insetos que exibem formas e hábitos variados (NUNES-GUTJAHR & BRAGA, 2011) e as principais características dessa ordem são o primeiro par de asas denominado tégmina e a presença do terceiro par de pernas do tipo saltatório (TRIPLEHORN & JONNISON, 2011). Os principais representantes de Orthoptera correspondem aos gafanhotos, esperanças, grilos, paquinhas e manés-magros (NUNES-GUTJAHR & BRAGA, 2010).

Os gafanhotos formam um grupo de grande representação, devido sua abundância nos diferentes ambientes da Terra. No mundo, são conhecidas cerca de 10.000 espécies de gafanhotos Acridomorpha (EADES *et al.*, 2016), ocorrendo um pouco mais de 1.200 espécies no Brasil e aproximadamente 500 espécies na Amazônia Legal (NUNES-GUTJAHR & BRAGA, 2009).

Dessa forma, os gafanhotos são insetos que desenvolvem importantes funções ecológicas, visto que são desfolhadores naturais, contribuindo para o aumento de matéria orgânica no solo e por constituírem a base alimentar de animais vertebrados e invertebrados, sendo indispensáveis na cadeia trófica de vários ecossistemas (NUNES-GUTJAHR & BRAGA, 2010). São considerados bioindicadores ecológicos, devido a estreita relação que possuem com a vegetação. Além de apresentarem importância econômica relevante, visto que algumas espécies, principalmente as de comportamento gregário ou migratório, são caracterizadas como pragas agrícolas que destroem plantações em pequeno espaço de tempo (NUNES & BRAGA, 2008; NUNES-GUTJAHR & BRAGA, 2009; NUNES-GUTJAHR & BRAGA, 2010; BUHL *et al.*, 2011; NUNES-GUTJAHR & BRAGA, 2011).

A família Romaleidae é autóctone da região Neotropical, com provável origem na América do Sul (SOUZA, 2012). Esta família é caracterizada por reunir gafanhotos com cores e tamanhos variados, sendo descrita a ocorrência de 164 espécies para o Brasil e 271 espécies para a Pan Amazônia (BRAGA *et al.*, 2015). Assim, a família Romaleidae é constituída por gafanhotos de pequeno à grande porte, que podem ser ápteros, braquípteros e macrópteros, com grande potencial de voo, que são conhecidos como ‘gafanhotos-soldados’, por serem fortes e grandes (TRIPLEHOR & JONNISON, 2011).

O gênero *Tropidacris* Scudder, 1869, pertencente à família Romaleidae, subfamília Romaleinae e tribo Tropidacrini, reúne as maiores espécies de gafanhotos do mundo, os quais podem medir de 80 a 160 mm. As espécies de *Tropidacris*, apresentam asas coloridas, com padrão

cromático vistoso e podem se tornar algumas vezes, abundantes e destrutivos (CARBONELL, 1986).

Esse gênero possui as seguintes espécies: *Tropidacris cristata* (Linnaeus, 1758), *Tropidacris collaris* (Stoll, 1813) e *Tropidacris descampsi* (Carbonell, 1986). Os gafanhotos de *Tropidacris* podem ser divididos em dois grupos distintos, o grupo cristata, que inclui apenas a espécie *T. cristata*, apresentado por suas três subespécies ou raças geográficas (*Tropidacris cristata cristata*, Linnaeus, 1758; *Tropidacris cristata dux*, Drury, 1773 e *Tropidacris cristata grandis*, Thunberg, 1824) e o grupo collaris, que inclui as espécies *T. collaris* e *T. descampsi* (CARBONELL, 1986).

As espécies desse gênero não são consideradas migratórias e não há registro de que formam nuvens de gafanhotos, entretanto, a espécie *Tropidacris collaris* é considerada uma importante praga agrícola e florestal para a Região Neotropical, principalmente de cultivares de coco, dendê, eucalipto, cana-de-açúcar, seringa, café, mandioca e de frutíferas como abacate, banana, manga, bem como plantas ornamentais, entre outras (CARBONELL 1986; BARRIENTOS, 1995). Contudo, no Brasil, aproximadamente 20 espécies de gafanhotos (equivalente a 2% da Acridofauna) possuem potencial para se tornarem pragas agrícolas (NUNES-GUTJAHR & BRAGA, 2009; GUERRA *et al.*, 2012).

Em relação à intensidade de ataque de gafanhotos nas mais variadas fisionomias vegetais do planeta, o *Centre for Overseas Pest Research* (COPR) fez a classificação desses insetos em nove níveis de dano econômico (**A, B, C, D, E, F, G, H, I, J e K**), sendo que apenas as espécies classificadas de **A – E** justificam a aplicação de medidas de controle (COPR, 1982). Nesta classificação, a espécie *Tropidacris collaris* está enquadrada no nível **D**, podendo assim requerer, medidas de controle (NUNES-GUTJAHR & BRAGA, 2011). Contudo, existe o risco das outras espécies do gênero *Tropidacris*, tornarem-se pragas em decorrência de modificações ambientais. Quanto a isto, Lecoq (1991) considera que o aumento da população de gafanhotos e a presença destes em algumas áreas do Brasil estão relacionados às atividades antrópicas, tais como o desmatamento, introdução de novas culturas, a irrigação e as transformações do meio natural.

Ressalta-se que grandes empreendimentos geram impactos ambientais, que poderão desencadear alterações na etologia de espécies de gafanhoto, tornando-as pragas de áreas cultivadas (NUNES-GUTJAHR, 2011). Dessa forma, os empreendimentos que estão sendo implantados ou em fase de instalação na região amazônica brasileira, como a Usina Hidroelétrica de Belo Monte e o Complexo Hidroelétrico do Rio Xingu, além de atividades mineradoras, agroflorestais, monoculturas e rodovias, acarretam grandes preocupações sobre as modificações na paisagem e possíveis impactos na ortopteroфаuna, visto que poderão influenciar na dispersão e conseqüentemente na distribuição geográfica desses gafanhotos (NUNES-GUTJAHR, 2011).

Assim, a distribuição espacial de espécies é determinada por fatores ambientais como o clima, cobertura vegetal e interações bióticas combinados com os fatores impostos pela sua história evolutiva (HEIKKINEN *et al.*, 2007; SOBERON, 2007). Deste modo, através de ferramentas de geoprocessamento são desenvolvidos modelos ecológicos que permitem gerar mapas preditivos de padrões de distribuição das espécies, através da utilização de registros de presença e de variáveis ambientais (GUISAN & ZIMMERMANN, 2000).

Dessa forma, a distribuição potencial de espécies é elaborada, compilando-se dados de georreferenciamento com variáveis ambientais (GUISAN & THUILLER, 2005), com o qual é possível prever ou inferir sua distribuição a partir de dados de presença (PHILLIPS *et al.*, 2004, SOVANO, 2014). Portanto, modelos de previsão de distribuição geográfica de espécies com base nas condições ambientais de localidades conhecidas, constituem uma importante técnica em biologia analítica, que podem ser utilizadas em estudos de conservação, ecologia, evolução, etc. (SOVANO, 2014), contribuindo para o melhor entendimento de espécies pouco amostradas, indicando possíveis áreas para inventários, minimizando gastos e maximizando resultados. Deste modo, torna-se imprescindível à geração de modelos de distribuição potencial de espécies de gafanhotos, especialmente do gênero *Tropidacris*, que possui uma espécie considerada praga agrícola e pouco conhecimento sobre as demais espécies.

O objetivo deste estudo consistiu em determinar a distribuição geográfica e potencial de gafanhotos do gênero *Tropidacris* (Orthoptera: Romaleidae), a fim de identificar áreas passíveis de ocorrências dessas espécies, buscando responder a seguinte questão: Quais são os fatores ambientais (precipitação, temperatura, evaporação, cobertura de nuvens, ecorregião, altitude e geadas) que estão influenciando na distribuição geográfica das espécies de *Tropidacris*?

## CARACTERIZAÇÃO DAS ESPÉCIES ESTUDADAS

### *Tropidacris collaris* (Stoll, 1813)

*Tropidacris collaris* (Figura 1) é um gafanhoto de grande porte e com um alto teor de voracidade em seu apetite (DURATON *et al.*, 1987; AFONSO *et al.*, 2014), sendo considerado altamente polífago (CARBONELL, 1986), o que lhe qualifica como uma espécie de importância econômica considerada praga agrícola de uma variedade de vegetais (CARBONELL, 1986; DURATON *et al.*, 1987, CHAGAS *et al.*, 1995; COSTA *et al.*, 2003; SANTOS *et al.*, 2007; NUNES-GUTJAHR, 2010; NUNES-GUTJAHR & BRAGA, 2011).

Há registros de ataques de *T. collaris* a culturas como coqueiros, abacateiros, bananeiras, mangueiras, seringueiras, laranjeiras, milho, cana-de-açúcar, mandioca, algodão, soja e trigo e

plantas ornamentais, entre outras (CARBONELL, 1986; DURANTON *et al.*, 1987; BARRIENTOS, 1995). Esta espécie encontra-se amplamente distribuída na América do Sul, com principal ocorrência na Região Amazônica (CARBONELL, 1986; PELIZZA *et al.*, 2012). Além disto, no Brasil, tem sido registrado sua ocorrência nos estados do Mato Grosso, Minas Gerais (LECOQ, 1991), Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte (BARRIENTOS, 1992).

A espécie *Tropidacris collaris* difere das demais espécies do gênero por apresentar uma crista pronotal obsoleta no metazona, com quatro lobos na prozona, sendo os dois primeiros fusionados (ver destaque na Figura 1). Esta espécie apresenta um padrão cromático em suas asas entre azul e verde (CARBONELL, 1986), sendo conhecido como ‘gafanhoto azul voador’ (AFONSO *et al.*, 2014).



**Figura 1:** Fêmea adulta de *T. collaris* (Stoll, 1813), registrada entre os exemplares do acervo da Coleção Zoológica Didático-Científica Dr. Joachim Adis - UEPA. **Foto:** Carlos Elias de Souza Braga (2016).

### ***Tropidacris descampsi* (Carbonell, 1986)**

A espécie *Tropidacris descampsi* (Figura 2) é conhecida apenas a partir de um exemplar macho adulto (holótipo) e de uma fêmea (parátipo) recolhido por Marius Descamps em uma única localidade da Floresta Amazônica no sul da Colômbia (CARBONELL, 1986; EADES *et al.*, 2016). Esta espécie é a menor do gênero *Tropidacris*, supostamente habita o dossel da floresta amazônica, pela adaptação do ovipositor em epífitas. É caracterizada por uma crista pronotal obsoleta no metazona e com três lobos bem desenvolvidos no prozona (ver destaque na Figura 2). As extremidades do pronoto e da crista pronotal são vermelhos escuros e suas asas seguem o padrão cromático azul (CARBONELL, 1986).



**Figura 2:** Fêmea adulta de *T. descampsi* (Carbonell, 1986), registrada entre os exemplares do acervo da Coleção Zoológica da UFAM. **Foto:** Carlos Elias de Souza Braga (2016).

### ***Tropidacris cristata* (Linnaeus, 1758)**

A espécie *Tropidacris cristata* (Figura 3) é considerada o maior gafanhoto do mundo, podendo alcançar até 16 cm (♀) (DINIS-FILHO *et al.*, 2010), pertencente à fauna amazônica (NUNES-GUTJAHR & BRAGA, 2009). Segundo Carbonell (1986), é uma espécie de importância econômica, altamente polífaga, sendo encontrados em áreas de florestas úmidas, como indivíduos dispersos, mas com possibilidade de densas populações invadirem campos cultivados.

*Tropidacris cristata* exibe como principal diferença das outras espécies, a presença de uma crista pronotal rugosa continuada na metazona (ver destaque na Figura 3) e pelo padrão cromático das asas entre vermelho e laranja. Esta espécie é apresentada por três subespécies: *Tropidacris cristata cristata* (Linnaeus, 1758), *Tropidacris cristata dux* (Drury, 1773) e *Tropidacris cristata grandis* (Thunberg, 1824), em diferentes zonas geográficas da América (CARBONELL, 1986).



**Figura 3:** Fêmea adulta de *T. cristata cristata* (Linnaeus, 1758), registrada entre os exemplares do acervo da Coleção Zoológica Didático-Científica Dr. Joachim Adis - UEPA. **Foto:** Carlos Elias de Souza Braga (2016).

## REFERÊNCIAS

- AFONSO R.; LEMES P. G.; SARMENTO, R. A.; LEITE, P. J. B.; NETO, P. M.; DOS ANJOS, N. 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, 2014.
- BARRIENTOS, L. L. The present state of the locust and grasshopper problem in Brazil. **Jornal of Orthoptera Research**, v. 4, p. 61-64. 1995.
- BRAGA, C. E. S.; GUTJAHR, A. L.; SOVANO, R. S. S.; TAVARES, G. C. Os Gafanhotos Romaleidae (Orthoptera: Acridoidea) da Região Metropolitana de Belém, Pará, Brasil. **C. Ciências Biológicas 14. Zoologia 6. Zoologia**, 62ª Reunião Anual da SBPC. 2015.
- BUHL, J.; SWORD, G.A.; CLISSOLD, F.J.; SIMPSON, S.J. Group structure in locust migratory bands. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, 65(2): 265-273. 2011.
- C.O.P.R. (Centre for Overseas Pest Research). **The locust and grasshopper agricultural manual**. London. 690 pp. 1982.
- CARBONELL, C. S.; Revision of the Neotropical Genus *Tropidacris* (Orthoptera, Acridoidea, Romaleidae, Romaleinae). **Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia**, 138 (2): 366-402. 1986.
- CARPENTER, F. M.; BURNHAM, L. The Geological Record of Insects. **Annual Review of Earth and Planetary Sciences**, 13: 297-314. 1985.
- CHAGAS, M.C.M.; MOREIRA, M.A.B.; BARRETO, M.F.P. Biological aspects of *Schistocerca pallens*, *Stiphra robusta* and *Tropidacris collaris* grasshoppers species at Rio Grande do Norte state, Brazil. In: **International Symposium on Tropical Fruits**, Vitória, ES. n.1, p.37, 1995.
- COSTA, M. K. C. M.; SANTOS, F. D.; FERREIRA, A. V. S.; TEIXEIRA, V. W.; TEIXEIRA, A. A. C.; Descrição histológica do Estomodeu de *Tropidacris collaris* (Stoll, 1813) (Orthoptera: Romaleidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.70, n.3, p.259-263, jul./set., 2003.
- DINIS-FILHO, J. A. F.; NABOUT J. C.; BINI, L. M.; LOYOLA, R. D.; RANGEL, T. F.; NOGUES-BRAVOS, D.; ARAÚJO, M. B.; Ensemble forecasting shifts in climatically suitable areas for *Tropidacris cristata* (Orthoptera: Acridoidea: Romaleidae). **Insect Conservation and Diversity**, v. 3, 213–221. 2010.
- DURANTON, J. F.; LAUNOIS, M.; LAUNOIS-LUONG, M. H.; LECOQ, M. **Guia prático de luta contra gafanhotos no Brasil**, Versão em português por GRANDGERARD, E. F.; FAO, Rome-CIRAD/PRIFAS. 168 p. Monqiellier. 1987.
- EADES, D. C.; OTTE, D.; CIGLIANO, M.; BRAUN, H. **Orthoptera species file**, Version 5.0/5.0, 2016.
- 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.

- GUIBAN, A. & ZIMMERMANN, N. E. Predictive habitat distribution models in ecology. **Ecological Modelling**, v. 135, p. 147–186. 2000.
- GUIBAN, A. & THUILLER, W. Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. **Ecology letters**, 8,993-1009. 2005.
- HEIKKINEN, R. K.; LUOTO, M.; VIRKKALA, R.; PEARSON, R.G.; KOBER, J. H. Biotic interactions improve prediction of boreal bird distributions at macro-scales. **Global Ecology and Biogeography**, 16, 754-763. 2007.
- LECOQ, M. **Gafanhotos do Brasil. Natureza do Problema e Bibliografia**. EMBRAPA/NMA e CIRAD/PRIFAS. 158 p. Montpellier. 1991.
- NUNES-GUTJAHR, A. L. **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. 2008.
- NUNES-GUTJAHR, A. L.; BRAGA, C. E. Gafanhotos. In: Oliveira, M. L., Bacaro, F.B., Braganeto, R., Magnusson, W. E. **Reserva Ducke: A Biodiversidade Amazônica através de uma grade**. Org. Editora INPA. Manaus – AM, 2011.
- NUNES-GUTJAHR, A. L.; BRAGA, C. E. S. Gafanhotos: Um salto para a diversidade. **Revista Amazônia**, v. 2, p. 265-272, Belém, 2009.
- NUNES-GUTJAHR, A.L.; BRAGA, C. E. 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, 2010.
- PELIZZA, S. A., ELIADES, L. A.; SAPARRAT, M. C. N.; CABELLO, M. N.; SCORSETTI, A. C.; LANGE, C. E. 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. 2012.
- PHILLIPS, S.J.; DUDÍK, M; SCHAPIRE, R.F. A Maximum Entropy Approach to Species Distribution Modeling *In: Proceeds of the Twenty-First International Conference on Machine Learning*, 655-662. 2004.
- PRICE, P. W. Importance of Insect Ecology. *In: PRICE, P. W. Insect Ecology*, 3ª ed. Ed. JOHN WILEY & SONS, New York, NY. p 1-8. 1997.
- SANTOS, F. D.; VEIGA, A. F. S. L.; SANTOS, F. A. B.; TORRES, J. B.; TEIXEIRA, A. A. C.; WANDERLEY-TEIXEIRA, V. Ultra-estrutura dos ovários de *Tropidacris collaris* (Stoll) (Orthoptera: Romaleidae). **Neotropical Entomology**, 36(3):396–401. 2007.
- SOBERON, J. Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. **Ecology Letters**, 10, 1115-1123. 2007.
- SOUZA, T. E. **Cartografia genômica do gene período em quatro espécies de gafanhotos neotropicais (Orthoptera; Acridoidea)**. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Genética, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

SOVANO, R. S. S. **Taxonomia e Biogeografia do Gênero Neotropical *Aganacris* Walker, 1871 (Orthoptera: Tettigoniidae: Phaneropterinae)**. Manaus: INPA. 69 p. 2014. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 2014.

TRIPLEHORN, C. A.; JONNISON, N. F.; **Estudo dos Insetos**, São Paulo: Cengage Learning, 2011.

**2) ARTIGO:**

**Distribuição geográfica e potencial das espécies do gênero *Tropidacris* Scudder, 1868  
(Orthoptera: Romaleidae)**

\* Submetido ao Periódico **Geographia** da Universidade Federal Fluminense (UFF) – Área Interdisciplinar, Qualis CAPES A2.

## DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E POTENCIAL DAS ESPÉCIES DO GÊNERO *TROPIDACRIS* SCUDDER, 1868 (ORTHOPTERA: ROMALEIDAE)

ESSÍA DE PAULA ROMÃO<sup>1</sup>  
ANA LÚCIA NUNES GUTJAHR<sup>2</sup>  
CARLOS ELIAS DE SOUZA BRAGA<sup>3</sup>

Universidade do Estado do Pará

**Resumo:** A família Romaleidae possui gafanhotos de diversos tamanhos, tendo no gênero *Tropidacris* os maiores da Região Neotropical. Entre as três espécies de *Tropidacris* (*Tropidacris collaris*, *Tropidacris cristata* e *Tropidacris descampsi*), apenas *Tropidacris collaris* é considerada praga agrícola de diversas culturas. O presente artigo objetivou conhecer a distribuição geográfica e potencial das espécies de gafanhotos de *Tropidacris*, visando identificar outras possíveis áreas de ocorrência dessas espécies. Os mapas foram produzidos nos programas computacionais *DivaGis* e *MaxEnt*, para distribuição geográfica e potencial, através de informações dos espécimes contidos nos acervos de coleções zoológicas e em literatura especializada. Foram totalizados 689 registros de *Tropidacris*, entre os quais dois novos registros de *T. descampsi* para o Brasil e para a Amazônia brasileira. A distribuição geográfica confirmou a ampla distribuição de *T. collaris* e *T. cristata* e a restrição de *T. descampsi* ao bioma amazônico. Na distribuição potencial, *T. descampsi* permanece restrito à Amazônia, enquanto que *T. collaris* e *T. cristata*, ampliam sua distribuição, estando *T. collaris* ausente de áreas de altitude e *T. cristata* de áreas secas.

**Palavras chave:** Mapeamento. Modelagem. Gafanhotos.

## GEOGRAPHIC DISTRIBUTION AND POTENTIAL OF THE SPECIES OF THE GENUS *TROPIDACRIS* SCUDDER, 1868 (ORTHOPTERA: ROMALEIDAE)

**Abstract:** The Romaleidae family has grasshoppers of different sizes, with *Tropidacris* being the largest in the Neotropical Region. Among the three species of *Tropidacris* (*Tropidacris collaris*, *Tropidacris cristata* and *Tropidacris descampsi*), only *Tropidacris collaris* is considered a crop pest for various cultures. The present article aimed to realize the geographic and potential distribution of the species of locusts of *Tropidacris*, aiming to identify areas likely to occur for these species. The maps were produced in *DivaGis* and *MaxEnt*, for geographic and potential distribution using information of the specimens contained in the collections of zoological collections and in specialized literature. A total of 689 *Tropidacris* records were recorded, including two new records of *T. descampsi* for Brazil and for the Brazilian Amazon. The geographical distribution confirmed the wide distribution of *T. collaris* and *T. cristata* and the restriction of *T. descampsi* to the Amazonian biome. In the potential distribution, *T. descampsi* remains restricted to the Amazon, while *T. collaris* and *T. cristata*, extend its distribution, with *T. collaris* absent from high altitude areas and *T. cristata* from dry areas.

**Keywords:** Mapping. Modeling. Grasshoppers.

## INTRODUÇÃO

A ordem Orthoptera é considerada como um dos grupos mais antigos da Classe Insecta (CARPENTER & BURNHAM, 1985; PRICE, 1997), sendo representada por insetos conhecidos popularmente como gafanhotos, esperanças, grilos, paquinhas e manés-magros (NUNES-GUTJAHR & BRAGA, 2010; NUNES-GUTJAHR, 2011). Atualmente, são conhecidas cerca de 10.000 espécies de gafanhotos Acridomorpha no mundo (EADES *et al.*, 2016), ocorrendo um pouco mais de 1.200 espécies no Brasil e cerca de 500 espécies, na Amazônia Legal (NUNES-GUTJAHR & BRAGA, 2009).

<sup>1</sup> Mestranda em Ciências Ambientais. Universidade do Estado do Pará. Contato: essiageo@hotmail.com

<sup>2</sup> Profa. Dra. da Universidade do Estado do Pará. Contato: melcam@uol.com.br

<sup>3</sup> Prof. Dr. da Universidade do Estado do Pará. Contato: bragaelias@yahoo.com.br

Os gafanhotos são desfolhadores naturais e constituem a base alimentar de animais vertebrados e invertebrados (NUNES-GUTJAHR & BRAGA, 2010), além de serem considerados bioindicadores ecológicos, devido à relação coevolutiva que possuem com a vegetação. Também, possuem importância econômica, devido espécies caracterizadas como pragas agrícolas (NUNES-GUTJAHR, 2008; NUNES-GUTJAHR & BRAGA, 2009; NUNES-GUTJAHR & BRAGA, 2010; BUHL *et al.*, 2011; NUNES-GUTJAHR & BRAGA, 2011).

As espécies do gênero *Tropidacris* pertencem à família Romaleidae, subfamília Romaleinae e tribo Tropidacrini, estando entre as maiores do mundo (CARBONELL, 1986). Esse gênero possui as espécies: *Tropidacris cristata* (Linnaeus, 1758), *Tropidacris collaris* (Stoll, 1813) e *Tropidacris descampsi* (Carbonell, 1986). A espécie *T. cristata* é apresentada pela existência de três subespécies: *Tropidacris cristata cristata* (Linnaeus, 1758), *Tropidacris cristata dux* (Drury, 1773) e *Tropidacris cristata grandis* (Thunberg, 1824) (CARBONELL, 1986).

*Tropidacris collaris* é a única espécie do gênero considerada importante praga agrícola e florestal na Região Neotropical para cultivares de coco, dendê, eucalipto, cana-de-açúcar, seringa, café, mandioca, abacate, banana, manga, plantas ornamentais, entre outras (CARBONELL 1986; BARRIENTOS, 1995; NUNES-GUTJAHR & BRAGA, 2011). Na classificação de intensidade de ataque de gafanhotos do *Centre for Overseas Pest Research*, quanto ao nível de dano econômico (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J e K), esta espécie está enquadrada no ‘nível D’, ou seja, que necessitam de medidas de controle (COPR, 1982; NUNES-GUTJAHR, 2011). Apesar disso, no Brasil apenas 2% da Acridofauna possui potencial para se tornar praga agrícola (NUNES-GUTJAHR & BRAGA, 2009; GUERRA *et al.*, 2012).

No entanto, em decorrência de modificações ambientais em curso, existe o risco das outras espécies do gênero *Tropidacris* também se tornarem pragas. Quanto a isso, Lecoq (1991) considera o aumento da população de gafanhotos e a presença destes em algumas áreas do Brasil relacionados às atividades antrópicas, como o desmatamento, introdução e manejo de novas culturas, a irrigação e as alterações do meio natural.

Assim, grandes empreendimentos que geram impactos ambientais, poderão desencadear alterações no comportamento das espécies de gafanhoto, possibilitando que se tornem pragas de áreas cultivadas (NUNES-GUTJAHR, 2011). Desta forma, empreendimentos que estão sendo implantados ou em fase de instalação na região da Amazônia brasileira, geram preocupações quanto às modificações na paisagem e

possíveis impactos na ortopterofauna. Isso deve-se ao fato de que tais mudanças poderão influenciar na dispersão e conseqüentemente na distribuição geográfica desses gafanhotos, bem como no comportamento dessas espécies, ao ponto de promoverem ataques contra plantas cultivadas.

Neste contexto, a distribuição espacial de uma espécie é determinada por fatores ambientais combinados com os fatores impostos pela sua história evolutiva (HEIKKINEN *et al.*, 2007, SOBERON, 2007). Portanto, a elaboração da distribuição geográfica de espécies com base nas condições ambientais, constitui uma técnica importante em biologia analítica (SOVANO, 2014), contribuindo para o melhor entendimento de espécies pouco amostradas, indicando possíveis áreas para inventários, minimizando gastos e maximizando resultados. Deste modo, torna-se imprescindível a geração de modelos de distribuição potencial de gafanhotos, especialmente do gênero *Tropidacris*, que possui uma espécie considerada praga agrícola e pouco conhecimento sobre as demais espécies.

O objetivo deste estudo consistiu em determinar a distribuição geográfica e potencial das espécies de gafanhotos do gênero *Tropidacris* (Orthoptera: Romaleidae), a fim de identificar áreas passíveis de ocorrência destas espécies.

## **METODOLOGIA**

### **Ocorrência das espécies de *Tropidacris***

Os dados de ocorrência das espécies foram adquiridos através de informações 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. Foram também levantados os dados de ocorrências existentes na base mundial de dados de gafanhotos (*Orthoptera Species File*) e em literatura especializada, contidas nos Periódicos da CAPES, Plataformas *Scielo* e *Scopus* e no Google Acadêmico.

Durante as visitas às coleções zoológicas, foram levantadas as informações geográficas contidas nas etiquetas de procedência dos espécimes, tais como: localidade, município, estado, país e coordenadas geográficas (quando havia), estes dados foram registrados em fichas e, depois, digitalizados. As espécies de *Tropidacris* foram identificadas através das descrições contidas na revisão do gênero (CARBONELL, 1986), por consulta e comparação com espécimes previamente identificados dos acervos das coleções estudadas e também por comparação com as fotografias dos tipos.

Para os espécimes não georreferenciados, foram adquiridas suas respectivas coordenadas geográficas através das ferramentas *GeoLoc e infoXY* do site *SpeciesLink* (<http://splink.cria.org.br>). As coordenadas geográficas contidas neste trabalho estão no Datum WGS84 (*World Geotetic System 1984*), um sistema geodésico de referência global geocêntrico, comumente utilizado no Sistema de Posicionamento Global (GPS).

### **Distribuição geográfica das espécies**

Para a elaboração dos mapas de distribuição geográfica, foi utilizado o *software DIVA-GIS* versão 5.2, um programa capaz de produzir mapas com padrões de distribuição geográfica de espécies (HIJMANS *et al.*, 2002). Inicialmente, foi realizada a inserção de arquivos tipo *shapefile* com os limites territoriais de países da América, da Amazônia continental e do Brasil com suas divisões estaduais, adquiridos da base digital do IGBE (<ftp://geoftp.ibge.gov.br>). Em seguida, foi acoplado a estas bases vetoriais, uma tabela com coordenadas geográficas de ocorrência dos exemplares, gerando mapas com a distribuição real das espécies.

### **Distribuição potencial das espécies**

Para a geração do modelo de distribuição potencial, foi utilizado o *software* computacional *MAXENT* versão 3.3. (PHILLIPS *et al.*, 2004; PHILLIPS *et al.*, 2006), com *design* final realizado no programa *Quantum GIS* (versão 2.18.2). O algoritmo *MaxEnt* gera modelos que são baseados nos pontos de ocorrência das espécies, através da compilação de maior número de variáveis ambientais do nicho ecológico de cada espécie, produzindo funções para predizer em quais locais do espaço geográfico é provável sua ocorrência. Dessa forma, nos modelos, as áreas potencialmente favoráveis à ocorrência de espécies são expostas por meio de variações de cores, em uma escala que varia de 0,00001% a 100%, sendo a maior probabilidade de ocorrência representada pela coloração mais intensa do mapa.

Assim, as áreas de ‘Pontos Quentes’, que corresponde às cores quentes do mapa (amarelo, laranja e vermelho), representam ambientes de alta à máxima probabilidade de ocorrência das espécies e as áreas de ‘Pontos Frios’, que se referem às cores frias do mapa (verde e azul) representam ambientes de baixa à mínima probabilidade de ocorrência das espécies (PHILLIPS & RESEARCH, 2008).

## Variáveis ambientais

Para a geração dos modelos de distribuição potencial foram utilizadas as variáveis ambientais extraídas da base de dados do *MaxEnt*, sendo dados cumulativos, referindo-se ao período de 1998 a 2012, admitindo-se seu uso em até 30 anos (PHILLIPS *et al.*, 2006).

As variáveis disponibilizadas no banco de dados do software *MaxEnt*, são: **i)** Cobertura de nuvens anual; **ii)** Faixa de temperatura diurna, anual; **iii)** Frequências de geadas, anual; **iv)** Precipitação média, anual; **v)** Precipitação média em janeiro; **vi)** Precipitação média em abril; **vii)** Precipitação média em julho; **viii)** Precipitação média em outubro; **ix)** Temperatura média, anual; **x)** Temperatura mínima, anual; **xi)** Temperatura máxima, anual; **xii)** Evaporação, anual. **xiii)** Ecorregião e **xiv)** Altitude (PHILLIPS *et al.*, 2006; PHILLIPS & RESEARCH, 2008), conforme Tabela 1.

**Tabela 1:** Variáveis ambientais do banco de dados do *software MaxEnt* utilizadas para a geração de modelos de distribuição potencial de *Tropidacris* sp. Segundo Phillips *et al.* (2006); Phillips & Research, (2008).

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

A fim de estimar a importância de cada variável ambiental, foi realizado o teste *Jackknife* para examinar a predição do modelo excluindo-se uma variável da lista, depois, incluindo-se apenas uma variável por vez. Assim, o teste avalia qual variável obteve maior importância na geração do modelo e qual variável diminuiu a predição do mesmo quando é omitida da análise. O teste foi realizado para cada uma das 14 variáveis apresentadas e para isso utilizou-se o pacote *Primer* 5.0.

## Avaliação do modelo preditivo do *MaxEnt*

O desempenho do modelo foi avaliado através da técnica da curva ROC (*Receiver Operating Characteristics*), produzindo o valor de AUC (*Area under the curve*), que avaliou a acurácia do modelo gerado. Os valores de AUC variam de 0 a 1, onde valores iguais ou menores a 0,5 indicam modelos sem capacidade de predição (ELITH *et al.*, 2006). Deste modo, os valores mais próximos a 1,0 sugerem um excelente desempenho do modelo (PHILLIPS *et al.*, 2004).

Portanto, para classificar os resultados neste trabalho, seguiu-se a categorização exposta por Swets (1988) e Araújo *et al.*, (2005) que caracterizaram os valores de AUC como: **I**) Excelente (0,90-1,00); **II**) Bom (0,80-0,90); **III**) Médio (0,70-0,80) e **IV**) Ruim (0,60-0,70) e **V**) Falha (0,50-0,60).

## RESULTOS E DISCUSSÃO

### Espécies de *Tropidacris* contidas em coleções zoológicas e literaturas científicas

Após o levantamento dos espécimes nas coleções zoológicas e registros a partir de literaturas científicas, foram totalizados 689 espécimes do gênero *Tropidacris*, sendo 527 da espécie *Tropidacris collaris*, três de *Tropidacris descampsi* e 159 exemplares de *Tropidacris cristata* (Tabela 2).

**Tabela 2:** Número total de espécimes, espécies e subespécies de *Tropidacris* procedentes de coleções zoológicas e de literaturas especializadas.

Coleção	Nº total de <i>Tropidacris</i>	Nº total de Espécies			Nº total de Subespécies		
		<i>T. collaris</i>	<i>T. descampsi</i>	<i>T. cristata</i>	<i>T. c. cristata</i>	<i>T. c. dux</i>	<i>T. c. grandis</i>
<b>CZJA-UEPA</b>	90	83	0	7	7	0	0
<b>MPEG</b>	199	193	0	6	6	0	0
<b>INPA</b>	94	72	0	22	19	0	3
<b>UFAM</b>	15	10	2	3	3	0	0
<b>IEPA</b>	13	13	0	0	0	0	0
<b>UNIFAP</b>	4	4	0	0	0	0	0
<b>LITERATURA</b>	274	152	1	121	79	19	23
<b>Total</b>	<b>689</b>	<b>527</b>	<b>3</b>	<b>159</b>	<b>114</b>	<b>19</b>	<b>26</b>

A espécie *T. collaris* possui maior número de registros (n = 527), correspondendo a 76,5% dos exemplares contidos nos acervos das coleções científicas e dados da literatura especializada. A espécie *T. cristata* representou 23,1% (n = 159) do total de exemplares e *T. descampsi* foi representada apenas por três ocorrências (0,4%) (Tabela 2). Quanto às subespécies de *T. cristata*, observou-se que *T. c. cristata* correspondeu a 71,7% (n = 114), *T. c. dux* a 12% (n = 19) e *T. c. grandis* a 16,3% (n = 26) (Tabela 2).

A grande representatividade de *T. collaris* em relação às demais espécies pode ser justificada pela sua ampla distribuição (PELIZZA *et al.*, 2012), tendo em vista que habita ambientes úmidos ou secos, naturais ou antropizados, o que também possibilita sua coletada com maior facilidade. Assim, enquanto *T. descampsi* e subespécies de *T. cristata* habitam principalmente florestas densas, *T. collaris* habita uma grande variedade de habitats, desde florestas densamente úmidas a áreas secas e semiáridas (CARBONELL, 1986).

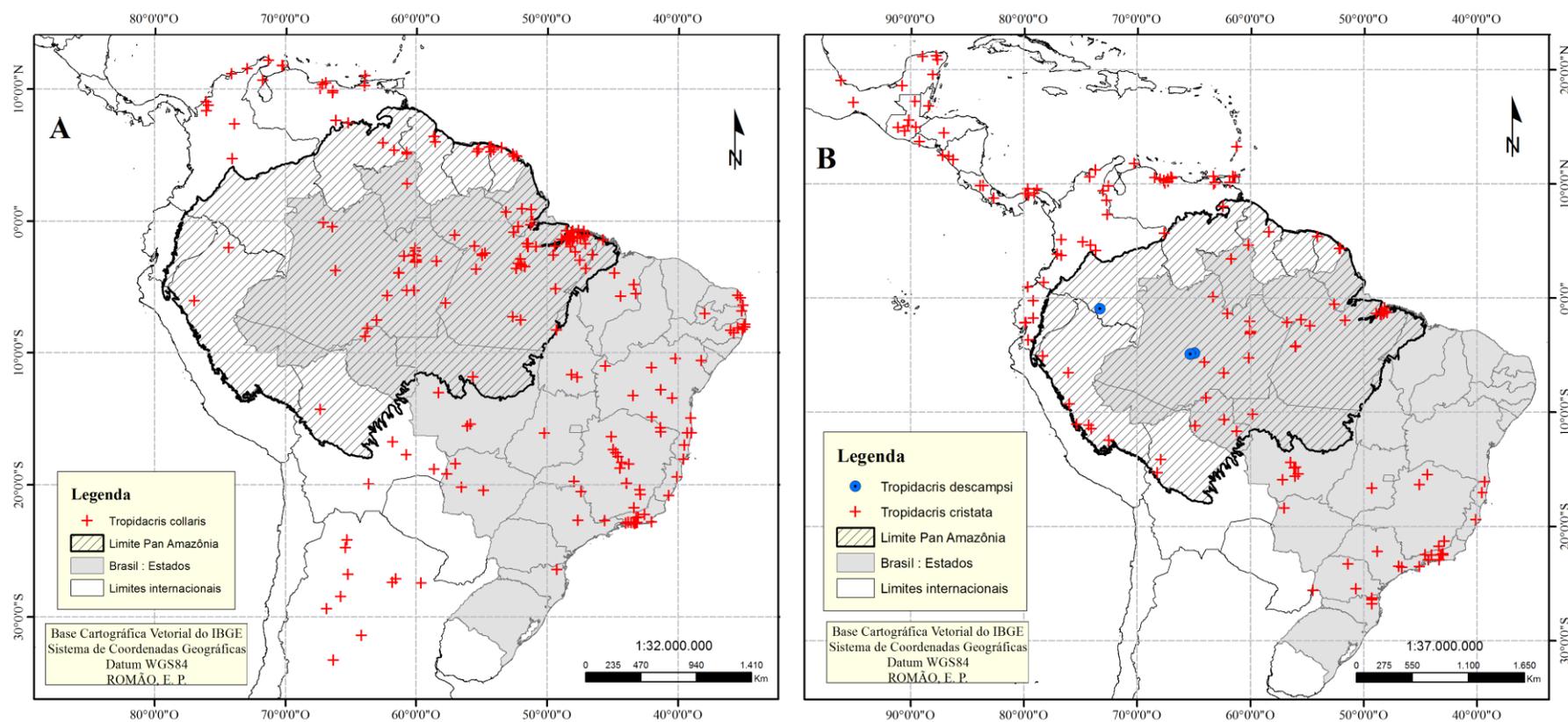
A espécie *T. descampsi* foi descrita por Carbonell em 1986, a partir de um único registro de ocorrência na Amazônia colombiana. No entanto, a presença dos espécimes da Coleção Zoológica da UFAM corresponde a novos registros de *T. descampsi* e a primeira ocorrência no Brasil, na Amazônia Legal e no estado do Amazonas, representando uma grande contribuição para o conhecimento à respeito da distribuição geográfica desta espécie.

### **Distribuição geográfica das espécies e subespécies do gênero *Tropidacris***

Para o mapeamento geográfico das espécies de *Tropidacris*, foram totalizados 675 pontos de procedência georreferenciadas, entre os quais 514 de *T. collaris*, três de *T. descampsi* e 158 de *T. cristata*. Dessa forma, a partir destes registros foi originado o mapa de distribuição geográfica das espécies que compõem este gênero (Figura 4).

Analisando a distribuição geográfica do gênero *Tropidacris*, percebe-se que *T. collaris* apresentou um maior número de pontos de ocorrências, sendo amplamente distribuída na América do Sul, desde o norte da Venezuela até a Argentina (Figura 4), ultrapassando assim, os limites da Amazônia continental e habitando diferentes ecossistemas do continente Sulamericano. No Brasil, esta espécie mostrou-se abundante em todas as regiões geográficas, com exceção apenas da Região Sul, que apresentou, a partir dos dados levantados, apenas um registro de ocorrência. Esta ampla distribuição de *T. collaris* é explicada por ser uma espécie que habita vários ambientes, desde florestas úmidas à vegetações arbustivas e abertas, como no Cerrado (GUERRA, 2011) e Caatinga (CARBONELL, 1986).

Diferentemente de *T. collaris*, a espécie *Tropidacris descampsi* possui distribuição mais restrita, possivelmente devido às condições ambientais de seu hábitat, pois é considerada uma espécie de dossel de floresta (CARBONELL, 1986), o que pode ocasionar maior dificuldade em sua coleta. Esta informação é observada no mapa de distribuição geográfica (Figura 4-B), que além de uma ocorrência na região da Amazônia colombiana (CARBONELL, 1986, EADES *et al.*, 2016), mostra dois novos registros de *T. descampsi* na Região Norte do Brasil, especificamente no estado do Amazonas, onde é evidente a bacia sedimentar amazônica. Uma região inserida entre tabuleiros e terraços, que comporta ilhas fluviais florestadas, originadas por processos de erosão e compartimentação (AB'SABER, 2003). Assim, admite-se que a origem e a distribuição da biodiversidade Amazônica atual é resultado de mudanças geológicas e climáticas significativas desde o período Neógeno-Quaternário (ROSSETI, *et al.*, 2005).



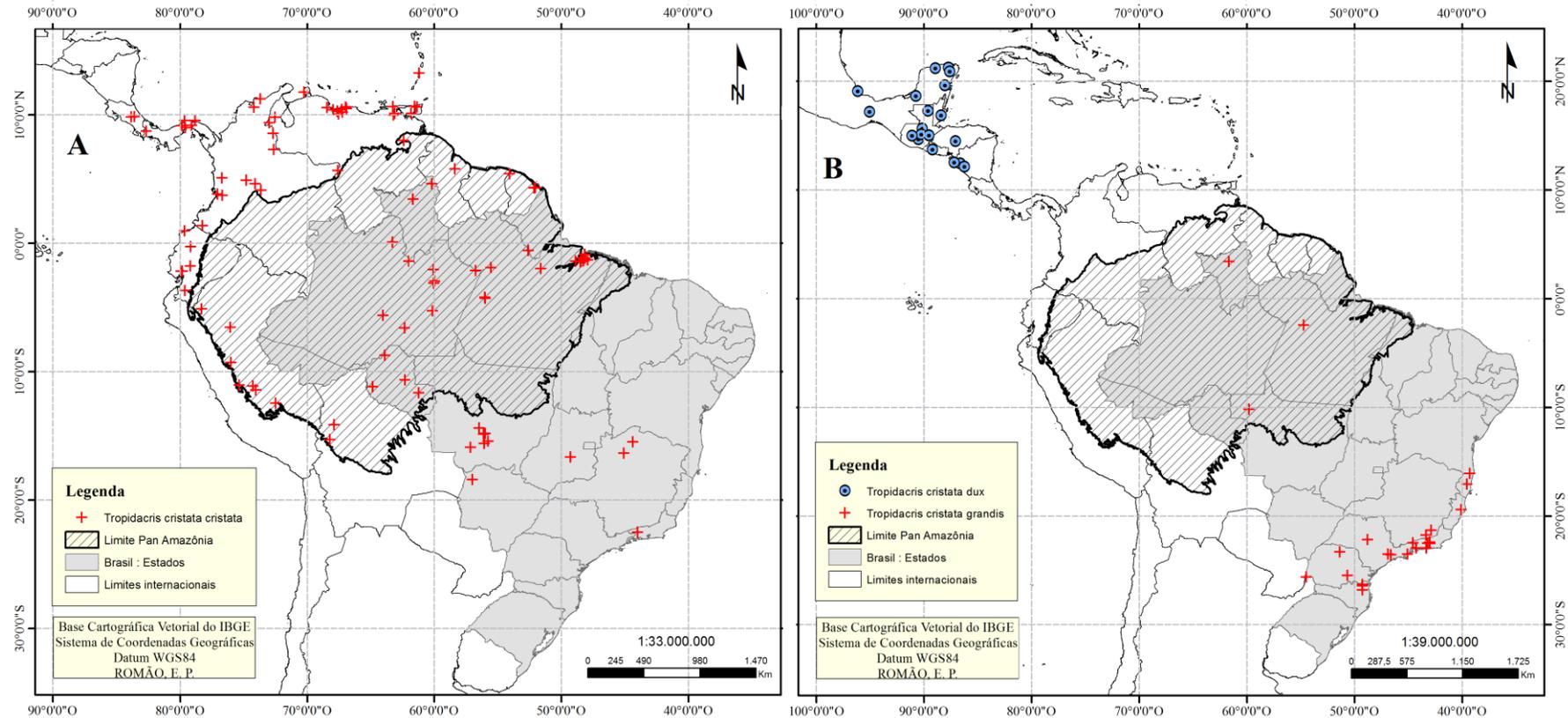
**Figura 4:** Distribuição geográfica de espécies *Tropicacris collaris*, Stoll 1813 (A), *Tropicacris descampsi*, Carbonell 1986 e *Tropicacris cristata*, Linnaeus 1758 (B).

Para a espécie *T. cristata* os dados revelam uma extensa distribuição no continente Americano, abrangendo territórios de diferentes países, indo do sul do Brasil até territórios mexicanos, com exceção do Chile, Paraguai, Suriname e de grande parte da América Central Insular (Figura 4). Esta extensão territorial pode ser justificada pela ocorrência de suas subespécies que exploram habitats de distintas fisionomias florestais, que vão do Equador até o México, abrangendo toda a faixa tropical do continente. A distribuição geográfica de *T. cristata* constitui uma ampla faixa de ocorrência descontínua, onde segundo Carbonell (1986), se explica por esta espécie ser típica de florestas úmidas, portanto ausente em ambientes secos.

Quanto às subespécies de *T. cristata* (Figura 5), destaca-se que *T. cristata cristata* foi a mais amplamente distribuída na América do Sul e em países da América Central, como Panamá e Costa Rica, além das ilhas Trinidad e Tobago. No Brasil, a subespécie apresentou uma maior quantidade de pontos de procedência na Região Norte e com registros também nos estados das regiões Centro-Oeste e Sudeste (Figura 5).

Contudo, os registros destas últimas regiões, datam de até meados da década de 1980, período em que havia menos áreas desflorestadas, pois atualmente com a redução de ambientes úmidos que anteriormente existiam, como as matas densamente úmidas do Cerrado e as matas ciliares densas e úmidas do Rio São Francisco em Minas Geras (CARBONELL, 1986), não houve mais registros de coletas. Dessa forma, é provável que tenha havido extinção local desta subespécie nos territórios anteriormente citados, devido não haver condições ambientais e ecológicas fundamentais para a sua sobrevivência. Deste modo, estudos indicam que 32% da perda global de cobertura vegetal ocorreu nas Florestas Tropicais, principalmente nas florestas Sul-americanas (HANSEN, 2013). No entanto, a maior ocorrência de *T. c. cristata* na Floresta Amazônica em relação às demais regiões, deve-se possivelmente ao melhor estado de conservação desta, além de esforços em coletas por instituições da região.

Enquanto isso, *T. cristata grandis* por tratar-se de uma subespécie tipicamente florestal, obteve registros na Floresta Amazônica e Mata Atlântica, incluindo também, uma área de fronteira entre Brasil, Paraguai e Argentina (Figura 5). Esta distribuição é aceita, considerando que *T. c. grandis* é uma subespécie de origem Neotropical (CARBONELL, 1986). Contudo, os únicos registros existentes desta subespécie na Amazônia (n=3) provem da Coleção do INPA e, portanto, existe a possibilidade de novas ocorrências serem registradas em futuros inventários faunísticos.



**Figura 5:** Distribuição geográfica de *Tropidacris cristata cristata*, Linnaeus 1758 (**A**), *Tropidacris cristata dux*, Drury 1773 e *Tropidacris cristata grandis*, Thunberg 1824 (**B**).

As ocorrências de *T. cristata dux*, estão restritas aos territórios da América Central Continental (Belize, Guatemala, El Salvador, Honduras e Nicarágua) e do sudeste do México, na América do Norte (Figura 5). Esta subespécie habita ambientes de mata tropical e pinheiros, suportando regiões de altitudes e de clima mais seco, lugares hostis para as demais subespécies de *T. cristata* (CARBONELL, 1986).

Portanto, a diferença na distribuição geográfica das espécies de *Tropidacris* pode ser explicada em decorrência das variações de habitats, o que é bem evidente para *T. collaris* que difere da restrição ecológica de *T. cristata*, também, possivelmente devido às pressões ambientais sofridas por ambas, explicada provavelmente, por suas plasticidades adaptativas. Quanto à restrição de distribuição de *T. descampsi*, não há informações bioecológicas que possam embasar inferências sobre esta espécie de gafanhoto.

### **Distribuição potencial das espécies do gênero *Tropidacris***

A partir da distribuição geográfica do gênero *Tropidacris* foi possível realizar o modelo de distribuição potencial para cada espécie e subespécies. Os modelos foram gerados por meio de análises das condições ambientais de cada registro, predizendo ambientes similares onde há probabilidade de ocorrência das mesmas, devido à adequabilidade das condições ambientais para cada espécie em relação ao ambiente onde foram registradas (CORRÊA, 2014).

Dessa forma, para as espécies do gênero *Tropidacris* (*T. collaris*, *T. descampsi* e *T. cristata*) foram elaborados os mapas de distribuição potencial. Na geração dos modelos, os valores AUC obtidos com a curva ROC indicaram um bom desempenho para os modelos de *T. collaris* (0,889) e *T. cristata* (0,896), e desempenho excelente para *T. descampsi*, com o valor de 0,976. Deste modo, para cada modelo gerado, foram analisadas as variáveis ambientais que mais contribuíram em suas predições. Portanto, as variáveis que mais influenciaram no modelo de *T. collaris* foram Altitude, que apresentou uma contribuição de 24,1%, seguida por Faixa de temperatura diurna anual (18,6 %) e Precipitação média em outubro (16.5%), totalizando uma contribuição de 68% das informações fornecidas para a geração do modelo. As demais variáveis apresentaram contribuições percentuais de importância inferiores a 10% (Tabela 3).

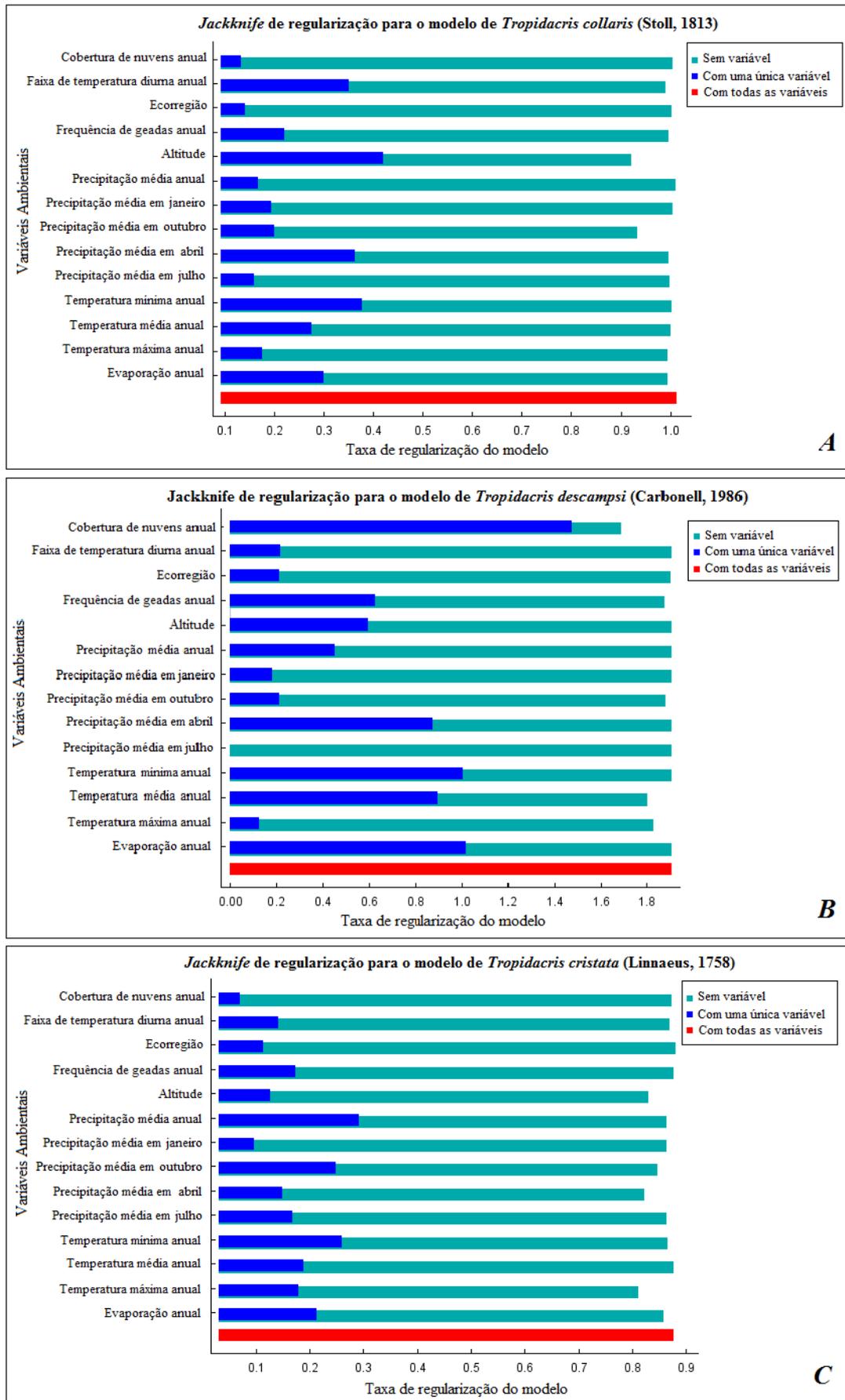
**Tabela 3** – Contribuição percentual de cada variável ambiental no modelo preditivo da distribuição do gafanhoto *Tropidacris collaris*, *Tropidacris descampsi* e *Tropidacris cristata*.

VARIÁVEL	<i>Tropidacris collaris</i>	<i>Tropidacris descampsi</i>	<i>Tropidacris cristata</i>
	Contribuição (%)	Contribuição (%)	Contribuição (%)
Altitude	24.1	1.4	7.4
Cobertura de nuvens anual	2.4	73.7	1.3
Ecorregião	1.1	0.3	1.5
Evaporação anual	7.2	0.0	4.2
Faixa de temperatura diurna anual	18.6	0.0	0.2
Frequência de geadas anual	9.0	4.8	1.2
Precipitação média anual	0.2	0.0	19.0
Precipitação média em abril	6.5	0.0	13.0
Precipitação média em janeiro	0.9	0.0	3.6
Precipitação média em julho	1.4	0.0	2.9
Precipitação média em outubro	16.5	0.6	9.2
Temperatura máxima anual	5.5	1.4	16.4
Temperatura média anual	5.7	2.2	0.4
Temperatura mínima anual	0.9	15.5	19.6

Para a espécie *T. descampsi*, a variável ambiental Cobertura de nuvens foi a que mais contribuiu na geração do modelo, com 73,7%, seguida por Temperatura mínima anual, com 15,5%, o que totaliza em uma contribuição de 89,2 % para as informações necessárias à predição. As demais variáveis ambientais apresentaram contribuição menor que 5% ou nula na geração do modelo para esta espécie (Tabela 3).

As variáveis que mais influenciaram na modelagem de *T. cristata* foram Temperatura mínima anual (19,6%), Precipitação média anual (19%), Temperatura máxima anual (16,4%) e Precipitação média em abril (13%), perfazendo juntas uma contribuição de 68% para o desempenho do modelo. As demais variáveis apresentaram contribuições inferiores a 10% na predição (Tabela 3).

Além da contribuição percentual, foi realizado o teste *Jackknife* para determinar a importância das variáveis ambientais (Figura 6), analisando a predição do modelo com cada variável isoladamente. Contudo, para a modelagem de *T. collaris*, a variável ambiental Altitude apresentou-se com o ganho mais alto quando usada isoladamente, diminuindo também o ganho do modelo quando omitida. Do mesmo modo, para *T. descampsi* a variável ambiental Cobertura de nuvens anual proporcionou a maioria das informações necessárias à modelagem, por apresentar um maior e menor ganho quando usada em isolamento e quando omitida, respectivamente. Em relação a espécie *T. cristata*, a variável ambiental com ganho mais alto quando usada isoladamente foi Precipitação média anual e a variável ambiental que diminui o ganho do mesmo modelo quando omitida foi Temperatura máxima anual (Figura 6).

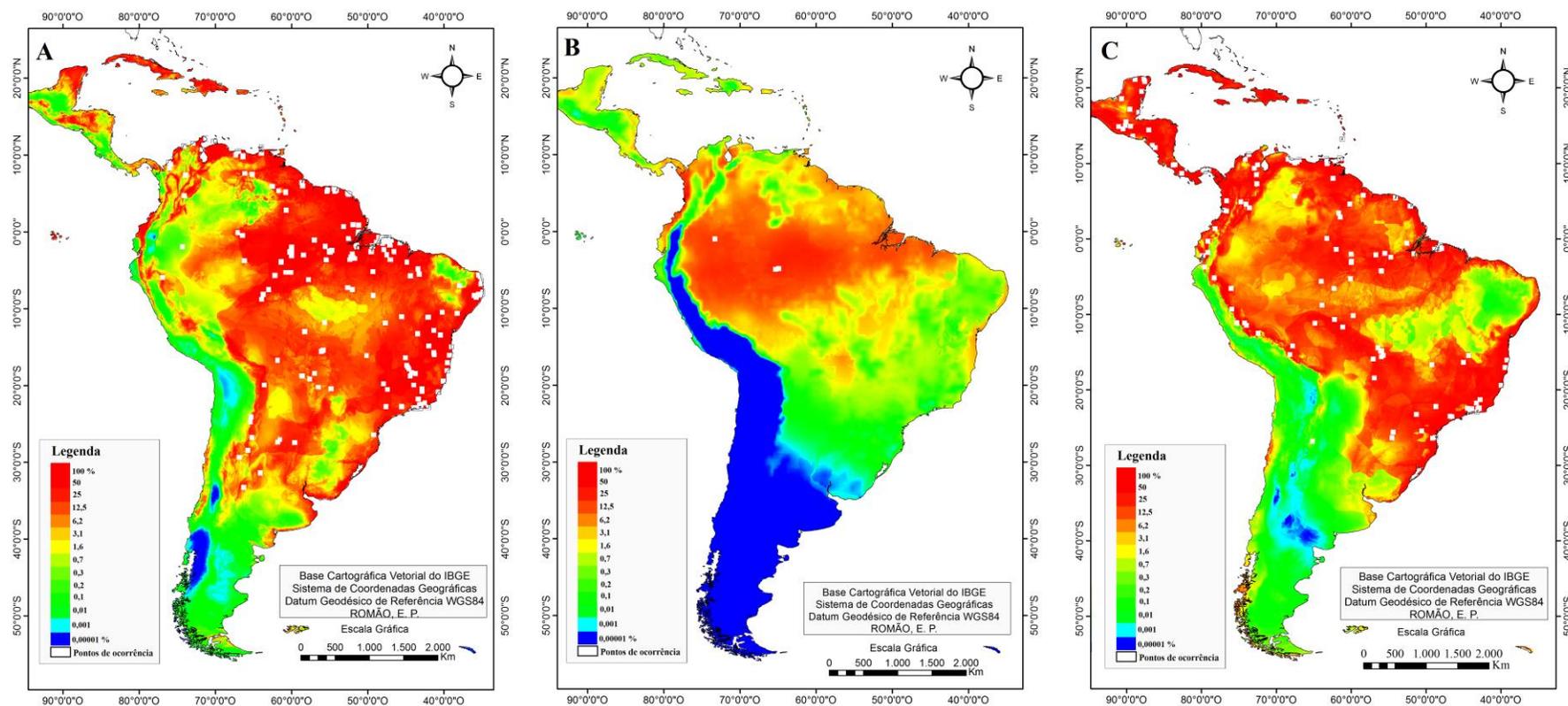


**Figura 6:** Teste *Jackknife* para o modelo preditivo de *Tropidacris collaris* (A), *Tropidacris descampsi* (B) e *Tropidacris cristata* (C).

Na distribuição potencial de *T. collaris* (Figura 7-A), entre as áreas que apresentaram pontos quentes (amarelo, laranja e vermelho), está a Pan Amazônia, uma região que possui a maior Floresta Tropical contínua do planeta (FOLEY *et al.*, 2007; FEARNSTIDE, 2008). As condições climáticas da Amazônia são baseadas em uma íntima relação entre o calor e a umidade bastante extensa, gerando um ambiente marcado por uma contínua floresta biodiversa (AB'SABER, 2003). Além da Amazônia, a região da Mata Atlântica em toda a sua extensão litorânea, abrangendo territórios do Brasil intertropical e subtropical, também exibiram pontos quentes de probabilidade de ocorrência, isto se deve possivelmente pela Mata Atlântica concentrar elevadas taxas de umidade e uma grande variedade florestal. A forte taxa de umidade proveniente do oceano Atlântico, foi essencial para gerar precipitações elevadas, garantindo um padrão de matas tropicais atlânticas no litoral do Brasil (AB'SABER, 2003). Dessa forma, a Mata Atlântica é considerada uma das florestas mais biodiversa do planeta, reconhecida como segundo complexo de florestas tropicais brasileiras, denominada como o 'Domínio Tropical Atlântico' (SOS MATA ATLÂNTICA, 1993; AB'SABER, 2003; MEIRELLES FILHO, 2014).

Também exibiram pontos quentes para *T. collaris*, áreas da América Central continental e insular, além de territórios à noroeste da América do Sul, como no norte dos Andes, onde provavelmente deve-se ao fato de serem regiões florestais sob influência climática do mar do Caribe e do oceano Pacífico, respectivamente. Algumas destas áreas sofrem o efeito orográfico, que proporciona concentração de umidade, tais áreas apresentam peculiaridade climática proporcionada pelo fenômeno das chuvas orográficas que garantem níveis de precipitações superiores às áreas circundadas (TABARELLI & SANTOS, 2004). Entre estas áreas, destaca-se a florestas da América Central e a região denominado como "*Andes del Norte Húmedos*" (ACEA & SARMIENTO, 2000).

Além das áreas florestadas acima discutidas, *T. collaris* apresentou pontos quentes de ocorrência nas regiões da Argentina, que sob influência da massa de ar úmida vinda do oceano Atlântico (mTa), proporciona precipitações de até 2.000 mm (BIANCHI & CRAVERO, 2010), além das áreas de Cerrado e Caatinga no Brasil, ambientes que variam de condições subúmidas à áridas. O Cerrado brasileiro suporta vestígios de áreas úmidas, as chamadas "Florestas de galeria", pela forte influência recebida da Amazônia (AB'SABER, 2003) e o Bioma Caatinga corresponde a uma área de baixa umidade e altos índices de evapotranspiração, constituída por diferentes zonas geográficas,



**Figura 7:** Distribuição potencial das espécies de *Tropidacris*: **A)** modelagem para *Tropidacris collaris*, Stoll 1813; **B)** modelagem para *Tropidacris descampsi*, Carbonell 1986; **C)** modelagem para *Tropidacris cristata*, Linnaeus 1758.

com distintos índices de aridez e precipitações (AB'SABER, 1999; MMA, 2010). Esta variabilidade de habitats suportados por *T. collaris* é explicado, por esta espécie deter de uma maior flexibilidade ecológica, podendo sobreviver em ambientes mais secos, mesmo sendo uma espécie Neotropical de origem florestal (CARBONELL, 1986).

As áreas frias (verde e azul) da distribuição potencial de *T. collaris*, que representam baixa probabilidade de ocorrência, são observadas em regiões de maiores altitudes do continente (Figura 7-A), que possuem clima mais seco e temperaturas baixas, como as da faixa centro-sul dos Andes ou “*Andes Centrales Secos*” (ACEA & SARMIENTO, 2000) e nas montanhas da América Central (BIRKEL, 2005). Entre as regiões de médias altitudes, encontram-se áreas de Planaltos, como o Planalto das Guianas (MME, 1976), o Planalto Central do Brasil, Planaltos do Sudeste e Sul, com altitudes superiores a 1.000m (HIRUMA *et al.*, 2001), e porções de altitudes medianas no Nordeste brasileiro. Ambientes que possuem temperaturas mais baixas que o entorno, provavelmente apresentando condições ecológicas mais restritivas para presença de *T. collaris*.

No mapa de distribuição potencial (Figura 7-B), a espécie *T. descampsi* parece explorar um nicho ecológico mais restrito em comparação a espécie *T. collaris*. Esta condição é expressa por uma ocorrência aparentemente limitada à bacia sedimentar amazônica, que se estende dos Andes ao litoral, o que parece indicar uma necessidade de condições ecológicas particulares para a ocorrência desta espécie de gafanhoto. Estas constatações poderão impulsionar novas pesquisas e inventários a respeito desta espécie, visto que ainda não existem informações sobre sua história natural (ciclo de vida, alimentação, reprodução), por ser conhecida apenas com base no seu holótipo e parátipo, oriundos de uma única localidade da floresta Amazônica no sul da Colômbia.

Contudo, além da bacia Amazônica, *T. descampsi* apresenta pontos quentes de probabilidade de ocorrência em áreas da costa úmida dos Andes (ACEA & SARMIENTO, 2000) e no entorno dos lagos venezuelanos, principalmente do Lago de Maracaibo, onde sua localização geográfica lhe concede altos índices de precipitação e evaporação (MEDINA & BARBOZA, 2006). Estas condições são importantes para *T. descampsi*, tendo em vista que a variável ambiental que mais influenciou em sua ocorrência foi a ‘Cobertura de nuvens’. A região sul do Lago de Maracaibo abriga originalmente uma floresta tropical (VEILLON, 1989; DURÁN, 2009) altamente diversificada (ROMERO & MONASTERIO, 1996), mas que vem sofrendo profundos desmatamentos, com transformações de suas áreas em sistemas agrícolas (ROMERO & MONASTERIO, 1996; MEDINA & BARBOZA, 2006), diminuindo a probabilidade de ocorrência desta espécie

de gafanhoto. Além destes ambientes, *T. descampsi* também possui possibilidade de existência em áreas do Pantanal, por apresentar verões chuvosos e a existência de matas úmidas (AB'SABER, 2003).

Dessa forma, é bem perceptível a restrição de *T. descampsi* quanto às áreas de baixas temperaturas, tendo em vista que na região subtropical da América, na Cordilheira dos Andes e nas montanhas da América Central, esta espécie apresentou pontos frios de ocorrência, supostamente por serem as áreas mais frias do continente. O mesmo se observa para a porções do 'Planalto Sudeste do Brasil', região inserida nas 'Serras do Atlântico Leste-Sudeste', (SARTORI & SARTORI, 2004) que apresenta uma grande variedade orográfica e exibe alguns pontos com altitudes superiores à 2.000 m (HIRUMA *et al.*, 2001; SARTORI & SARTORI, 2004), o que proporciona temperaturas mais baixas que as áreas de entorno. Além dos territórios frios da América do Sul, *T. descampsi* também apresentou possibilidade de ausência em porções na região dos 'Planaltos Tropicais Central e Nordeste do Brasil', que constituem domínios de paisagens morfológicas com diferentes níveis de topografias e condições ecológicas distintas (AB'SABER, 2003). Assim, estes ambientes podem apresentar condições ecológicas impróprias para esta espécie, tais como, temperaturas menores, níveis baixos de umidade e altos índices de evapotranspiração, não formando nuvens densas.

Na análise da distribuição potencial para *T. cristata* (Figura 7-C), observa-se que a espécie apresenta extensa e descontínua possibilidade de distribuição nas Américas Central e Sul, podendo estar ausente em áreas frias e secas destes continentes. Esta ampla distribuição preditiva pode ser atribuída aos diferentes habitats ocupados por suas subespécies, contudo, sua provável exclusão de áreas secas e frias não é determinada por barreiras geográficas, mas sim por zonas ecológicas, por esta ser uma espécie com grande potencial de dispersão, mas com restrições ecológicas bem definidas (CARBONELL, 1986). Dessa forma, *T. cristata* apresenta pontos quentes de ocorrência em todas as regiões florestais úmidas e subúmidas da América Central, até a América do Sul. Também, em áreas de grandes domínios florestais do Brasil, como a Floresta Amazônica e a Mata Atlântica (AB'SABER, 2003).

No entanto, a espécie *T. cristata* apresentou pontos frios de ocorrência nas áreas semiáridas da América do Sul, tais como a região Guajira (Venezuela e Colômbia), a diagonal seca do Cone Sul (Argentina, Chile e Equador) e a Caatinga (Brasil), onde dominam temperaturas médias anuais muito elevadas e constantes (AB'SABER, 1999). Além destas áreas, a espécie apresenta probabilidade de ausência em ambientes

relativamente frios de altas latitudes, como a península sul da Argentina (BIANCHI & CRAVERO, 2010) e de altitude, como o planalto das Guianas, região onde se localiza o ponto mais alto do Brasil (MME, 1976), serras e planaltos das regiões Sul e Sudeste brasileiro, com variações de altitude entre 800 e 1.300 metros na região Sul (AB’SABER, 2003), chegando com áreas de até 2.000 metros na região Sudeste (HIRUMA *et al.*, 2001; SARTORI & SARTORI, 2004), e toda faixa montanhosa da Cordilheira dos Andes e da América Central. Isto ocorre devido a altitude diminuir gradativamente a temperatura do ar, tornando assim regiões altas relativamente frias (STEINKE, 2012).

### Distribuição potencial das subespécies de *Tropidacris cristata*

Para as subespécies *Tropidacris cristata cristata*, *Tropidacris cristata grandis* e *Tropidacris cristata dux*, foram gerados mapas de distribuição potencial, analisando o valor de AUC e a contribuição de cada variável ambiental. Deste modo, os valores de AUC indicaram um excelente desempenho em todos os modelos gerados, sendo para *T. c. cristata* (AUC = 0,921), para *T. c. grandis* (AUC = 0,939) e para *T. c. dux* (AUC = 0,990).

As variáveis que mais influenciaram na modelagem de *T. c. cristata* foram Precipitação média anual, que apresentou uma contribuição de 24,5%, Temperatura mínima anual (13,6 %), Temperatura máxima anual (13,5%) e Precipitação média em abril (12,4%), onde totalizam juntas, uma contribuição de 64% das informações fornecidas para a geração do modelo. As demais variáveis apresentaram contribuições percentuais de importância inferiores a 10% (Tabela 4).

**Tabela 4** – Contribuição percentual de cada variável ambiental no modelo preditivo de *Tropidacris cristata cristata*, *Tropidacris cristata grandis* e *Tropidacris cristata dux*.

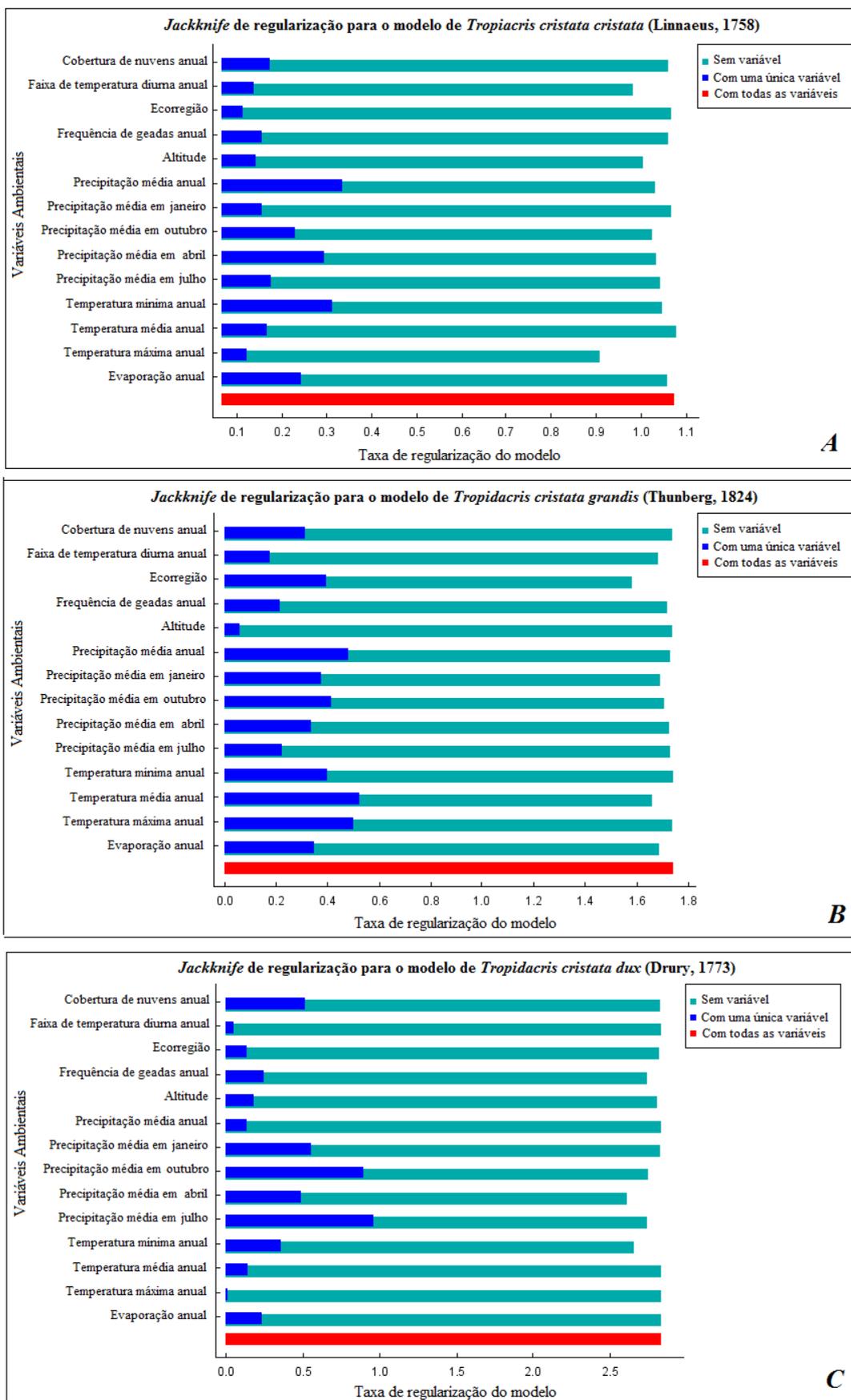
Variável	<i>Tropidacris cristata cristata</i>	<i>Tropidacris cristata grandis</i>	<i>Tropidacris cristata dux</i>
	Contribuição (%)	Contribuição (%)	Contribuição (%)
Altitude	6.5	0.8	1.5
Cobertura de nuvens anual	4.7	5.7	16.8
Ecorregião	2.5	12.2	0.6
Evaporação anual	2.7	1.6	0.0
Faixa de temperatura diurna anual	2.5	7.6	0.0
Frequência de geadas anual	1.1	6.4	3.5
Precipitação média anual	24.5	0.6	0.0
Precipitação média em abril	12.4	5.3	19.3
Precipitação média em janeiro	4.8	17.9	0.1
Precipitação média em julho	1.8	8.4	34.0
Precipitação média em outubro	8.9	5.0	17.6
Temperatura máxima anual	13.5	7.3	0.0
Temperatura média anual	0.5	21.3	0.0
Temperatura mínima anual	13.6	0.0	6.5

Para a subespécie *T. c. grandis*, a variável ambiental Temperatura média anual apresentou maior contribuição percentual na geração do modelo, com 21,3%, seguida pelas variáveis Precipitação média em janeiro (17,9%) e Ecorregião (12,2%), ambas totalizando uma contribuição de 51,4% das informações contidas na predição. As demais variáveis ambientais apresentaram contribuições inferiores a 9% na geração do modelo para esta subespécie (Tabela 4).

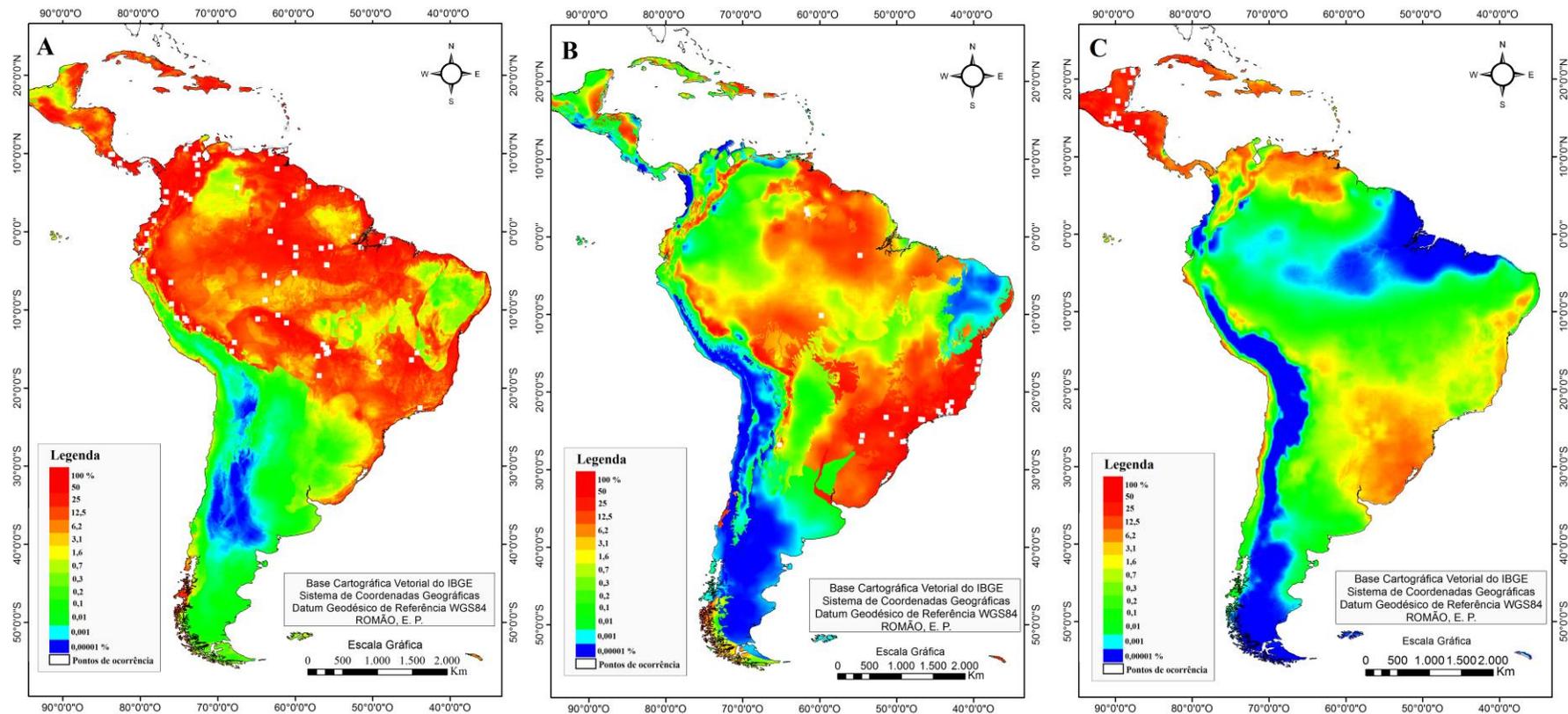
Em relação a *T. c. dux*, as variáveis ambientais que apresentaram maior contribuição percentual na geração do modelo foram Precipitação média em julho (34,0%), Precipitação média em abril (19,3%), Precipitação média em outubro (17,6%) e Cobertura de nuvens anual (16,8%), juntas contribuíram com 87,7% das informações necessárias à predição. As demais variáveis ambientais apresentaram contribuições inferiores a 7% ou nula na geração do modelo para esta subespécie (Tabela 4).

A variável ambiental com maior ganho, quando usado em isolamento para o modelo preditivo da espécie *T. c. cristata*, foi a Precipitação média anual. Em contrapartida, a variável ambiental que mais diminuiu o ganho do mesmo modelo quando omitida foi a Temperatura máxima anual (Figura 8-A). Para *T. c. grandis*, a variável ambiental Temperatura média anual apresentou-se com o ganho mais alto quando usada em isolamento. Enquanto que a variável ambiental Ecorregião diminuiu o ganho do modelo quando foi omitida (Figura 8-B). No entanto, para a modelagem de *T. c. dux*, a variável ambiental que proporcionou maior ganho na geração da predição foi Precipitação média em julho e a variável ambiental que mais contribuiu para a diminuição do ganho do mesmo modelo, quando omitida, foi Precipitação média em abril (Figura 8-C).

A análise do mapa de distribuição potencial para *T. c. cristata* indica que esta subespécie provavelmente segue um padrão de distribuição semelhante à espécie nominal, podendo ocorrer em áreas florestadas da América Central e Sul, com possibilidade de ausência nas áreas secas e frias destes continentes (Figura 9-A). Assim, *T. c. cristata* apresentou-se em toda extensão do Bioma Amazônico, que se estende do sopé da Cordilheira dos Andes até o oceano Atlântico (AB'SABER, 1977), compreendendo a existência de uma região coberta por uma contínua floresta latifoliada, mantida por uma relação hídrica superfície-atmosfera complexa (SIOLI, 1985). Esta subespécie também exhibe pontos quentes nas florestas centrais da América, com um clima úmido marcado por influências de massas oceânicas vindas do mar do Caribe (BIRKED, 2005), e na extensão litorânea brasileira, com ampliação para a Mata Atlântica, o segundo domínio florestal brasileiro a comportar ambientes úmidos de grande diversidade (AB'SABER, 2003).



**Figura 8:** Teste *Jackknife* para o modelo preditivo de *Tropidacris cristata cristata* (A), *Tropidacris cristata grandis* (B) e *Tropidacris cristata dux* (C).



**Figura 9:** Distribuição potencial das subespécies *Tropidacris cristata cristata*, Linnaeus 1758 (A), *Tropidacris cristata grandis*, Thunberg 1824 (B) e *Tropidacris cristata dux*, Drury 1773 (C).

Dessa forma, os pontos frios da subespécie *T. c. cristata* encontram-se nas áreas de temperaturas baixas como na Cordilheira dos Andes, montanhas da América Central e planaltos no interior da América do Sul e do território brasileiro. Segundo Ayoade (2010) a temperatura nos trópicos é relativamente influenciada pela altitude, distorcendo sua uniformidade térmica. Igualmente, ambientes de latitudes elevadas apresentaram pontos frios para *T. c. cristata*, por também apresentarem temperaturas baixas em determinado períodos do ano (BIANCHI & CRAVERO, 2010). Por fim, pontos frios também foram observados em regiões semiáridas da América do Sul, regiões sujeitas a estiagens, baixos índices de precipitação e elevada taxa de evaporação, como o território do ‘Polígono das Secas’ (EGLER, 2005). Sendo assim, *T. c. cristata* tem provável ocorrência em ambientes florestais úmidos, podendo está ausente em ambientes frios e/ou secos.

A distribuição potencial *T. cristata grandis* (Figura 9-B) exhibe áreas admissíveis de ocorrência em porções úmidas da América Central e nas florestas da América do Sul. Dessa forma, observa-se que a maior concentração de pontos quentes para *T. c. grandis* está na região de planalto da Mata Atlântica (HIRUMA *et al.*, 2001) e nos limites da Bacia Amazônica, área também marcada pela presença de planaltos através dos escudos arqueanos das Guianas, ao norte e do Brasil Central, ao sul (SIOLI, 1985). Deste modo, estes territórios possuem em comum a presença de fisionomias ecológicas da Floresta Ombrófila Densa, como formações submontanas e montanas, que ocorrem tanto na Amazônia, quanto no litoral brasileiro e que estão associadas à fatores climáticos tropicais como elevadas temperaturas e alta precipitação, sem períodos secos ao longo do ano (IBGE, 2012). Portanto, essa distribuição pode ser explicada pelo predomínio, na geração do modelo, de variáveis ambientais associadas à temperatura, precipitação e altitude, além de ecorregião, que compreendem unidades biogeográficas com limites naturais bem definidos, classificadas a partir da compilação de dados bióticos e abióticos (FERREIRA, 2001).

Contudo, observa-se que os pontos frios de *T. c. grandis* estão em áreas de grandes elevações, como as Cordilheiras dos Andes e as montanhas na América Central, que se caracterizam por apresentarem baixas temperaturas devido o resfriamento adiabático. Este fenômeno ocorre, porque em grandes altitudes, a temperatura diminui porque o ar absorve pouca radiação solar (STEINKE, 2012). Além disto, as áreas de altas latitudes, como no extremo sul do continente, também apresentaram pontos frios. Estas regiões são controladas por massas de ar polares, resultando em baixas temperaturas, reduzidas precipitações e pouca evaporação (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007). Logo, *T.*

*cristata grandis* também exibiu possibilidade de ausência nas regiões áridas e semiáridas do continente, como territórios da Venezuela e Colômbia, ao norte, terras áridas na Argentina e Chile, ao sul, e na região da Caatinga, no nordeste brasileiro (AB'SABER, 1999), além de pontos frios em algumas porções do Cerrado brasileiro fronteiriças com a Caatinga, pois compreende uma região com os menores índices de precipitações, variando de 600 a 800 mm (REATTO & MARTINS, 2005).

Na distribuição potencial de *T. cristata dux* (Figura 9-C) foi perceptível a concentração de pontos quentes na América Central, que pela influência de massas de ar do Caribe e do Pacífico e pela presença de um sistema de montanhas (BIRKED, 2005) apresenta florestas tropicais e vegetação de altitude. Segundo Carbonell (1986), entre as subespécies de *T. cristata*, a subespécie *T. c. dux* é a única capaz de habitar regiões mais secas e de significativa altitude, o que justifica os pontos quentes de sua distribuição concentrados na América Central e Sul do Brasil, onde são encontradas Florestas Ombrófilas Densas de submontanas e montanas e as florestas de araucárias (IBGE, 2012). Entretanto, deve-se considerar que em decorrência de atividades antrópicas, a conversão de paisagens naturais em agroflorestais na região Sul do Brasil (CHEUNG *et al.*, 2009; NODARI, 2012) pode influir de forma direta na possibilidade de ocorrência desta subespécie na área. Por fim, *T. c. dux* também mostrou probabilidade de ocorrência em territórios da Colômbia e Venezuela, provavelmente por apresentarem características ecológicas semelhantes à região da América Central, como clima tropical e de altitude (SOGEOCOL, 1985; GUIMARÃES & CARDIM, 2003).

No entanto, *T. c. dux* expos em sua predição, pontos frios em toda extensão da Cordilheira dos Andes, com áreas áridas e semiáridas, de escassas precipitações e baixas temperaturas (GENIN & ALZÉRRECA, 2006) e em regiões de altas latitudes marcadas por clima temperado, com influência de fatores como localização latitudinal, massas de ar e uma marcada variabilidade térmica (AYOADE, 2010). Vale ressaltar que, *T. c. dux* foi a única do gênero com pontos frios de ocorrência na região da Bacia Amazônica e este fato pode ser explicado por sua história geológica.

Assim, no final do Mioceno, a depressão amazônica estava constituída pelo fechamento de um agrupamento de grandes lagos, originando um sistema fluvial plio-pleistoceno (ROSSETI, *et al.*, 2005), configurando assim um imenso golfo para o Pacífico. Além disto, havia uma compressão tectônica entre Manaus e Santarém, favorecendo este sistema fluvial à leste (COSTA *et al.*, 1996). Dessa forma, após o soerguimento da Cordilheira dos Andes, pelo movimento epirogênico das placas

tectônicas, e a abertura do Oceano Atlântico Equatorial, iniciado no Eocretácio (AZEVEDO, 1991), o sistema fluvial do Rio Amazonas, passou a desaguar no Atlântico e assim, o solo sedimentar exposto foi encoberto pela contínua floresta amazônica (JUNK, 1980; SIOLI, 1985; AB'SABER, 2003). Portanto, com a formação geológica da bacia Amazônica, surgiu uma barreira na distribuição geográfica da subespécie *T. c. dux*, isolando-a possivelmente nas áreas úmidas da América Central.

## CONCLUSÃO

Este estudo revela os primeiros registros de ocorrências da espécie *Tropidacris descampsi*, para o Brasil, para a Amazônia Legal e para o estado do Amazonas. Assim, estes recentes registros de *T. descampsi* no Brasil serão de suma importância para impulsionar as pesquisas sobre bionomia, especificidade alimentar, hábitat, importância econômica, entre outros.

Foi confirmado que as espécies *Tropidacris collaris* e *Tropidacris cristata* possuem ampla distribuição geográfica e potencial na Região Neotropical. Enquanto que, *Tropidacris descampsi* apresenta ocorrência geográfica e potencial visivelmente restrita à Bacia Amazônica. Devido a estas informações, pode-se afirmar que *Tropidacris collaris* apresenta uma forte adaptabilidade ecológica por diferentes ambientes e restrição geográfica a áreas de altitude, que parecem ser limitantes para sua ocorrência. Embora, *Tropidacris cristata* possuir uma ampla distribuição geográfica e potencial, com predileção por florestas equatoriais, tropicais, tropicais de altitude e subtropicais, parece ter restrição a regiões áridas e semiáridas.

Portanto, este estudo também contribuiu para ampliar o conhecimento sobre as espécies de gafanhotos do gênero *Tropidacris*, bem como das condições ambientais que possibilitam a ocorrência e ausência dessas espécies. Além disso, as informações geradas podem indicar possíveis áreas para inventários destas espécies, minimizando gastos e potencializando resultados provenientes destes levantamentos faunísticos. Contudo, novas pesquisas devem ser realizadas, pois este gênero, além de apresentar uma espécie reconhecida como praga agrícola, não possui informações bioecológicas sobre suas outras espécies, que possam garantir a não potencialidade destas se tornarem pragas agrícolas e, por isso, precisam ser mais estudadas.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos para o curso de Mestrado em Ciências Ambientais.

Aos curadores das Coleções Zoológicas visitadas, pelo atendimento na obtenção de dados dos exemplares estudados.

## REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. (1999) *Dossiê Nordeste seco – Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida*. Estudos Avançados, 13 (36).
- \_\_\_\_\_. (2003) *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo. Ateliê Editorial.
- \_\_\_\_\_. (1977) Os domínios morfoclimáticos na América do Sul: primeira aproximação. *Geomorfologia São Paulo*, v.53, p.1-23.
- ACEA, M. J. & SARMIENTO, L. (2000) Regulacion de la Fertilidad en Agroecosistemas de los Andes Tropicales: Efecto de la Diversidad Ecologica, Biológica y Cultural. *XII Subprograma “Diversidade Biológica” do CYTED, CONDESAM*.
- 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. O. (2010) *Introdução à climatologia para os trópicos*. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos – 14ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand, Brasil.
- AZEVEDO, R. P. (1991) *Tectonic evolution of Brazilian Equatorial continental margin basins*. Tese (Doutorado), Royal School of Mines Imperial College, Londres, 412 p.
- 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.
- 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.
- CORRÊA, R. C. (2014) *Uso da modelagem ecológica de nichos como ferramenta para o conhecimento da distribuição geográfica potencial de Coleoptera de importância forense no Brasil*. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

- 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.
- DURÁN, C. J. A. (2009). *Intercambio de gases, relaciones hídricas y fluorescencia de la clorofila a em juveniles de cuatro especies forestales maderables en la Región Sur del Lago de Maracaibo*. Trabajo de Grado de Maestría – Postgrado em Ecología Tropical, Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas. 69 p.
- EADES, D. C.; OTTE, D.; CIGLIANO, M.; BRAUN, H. (2016) *Orthoptera species file*. Version 5.0/5.0. Disponível em: <http://orthoptera.speciesfile.org>. Acessado em: 4 jul. 2016.
- EGLER, C. A. G. (Coord.) (2005) *Atlas digital dos sertões*. Rio de Janeiro: [s.n.].
- ELITH, J.; GRAHAM, C. H.; ANDERSON, R. P.; DUDÍK, M.; FERRIER, S.; GUIBAN, A.; HIJMANS, R. J.; HUETTMANN, F.; LEATHWICK, J. R.; LEHMANN, A.; LI, J.; LOHMANN, L. G.; LOISELLE, B. A.; MANION, G.; MORITZ, C.; NAKAMURA, M.; NAKAZAWA, Y.; OVERTON, J. M.; PETERSON, A.T.; PHILLIPS, S. J.; RICHARDSON, K.; SCACHETTI PEREIRA, R.; SCHAPIRE, R. E.; SOBERÓN, J.; WILLIAMS, S.; WISZ, M.S.; ZIMMERMANN, N. E. (2006) Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, 29: 129-151.
- FEARNSIDE, P. M. (2008) The Roles and Movements of Actors in the Deforestation of Brazilian Amazonia. *Ecology and Society*, v. 13, n. 1.
- FERREIRA, L. V. (2001) *A distribuição das unidades de conservação no Brasil e a identificação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade nas ecorregiões do bioma Amazônia*. Tese (Doutorado) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia / Universidade do Amazonas, Manaus. 203p.
- 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.
- GUERRA, W. D. (2011) *Composição de Gafanhotos (Orthoptera, Acridoidea) em áreas de cerrados e lavouras na Chapada dos Parecis, Estado de Mato Grosso, Brasil*. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade de Brasília. Brasília.
- GUERRA, W. D.; OLIVEIRA, P. C.; PUJOL-LUZ, J. R. (2012) 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.
- GUIMARÃES, S. P.; CARDIM, C. H. (org). (2003) *Venezuela: Visões brasileiras*. Brasília: IPRI.
- HANSEN, M. C.; POTAPOV, P. V.; MOORE, R., HANCHER, M.; TURUBANOVA, S. A.; TYUKAVINA, A.; THAU, D., STEHMA, S. V.; GOETZ, S. J.; LOVELAND, T. R.; KOMMAREDDY, A.; EGOROV, A.; CHINI, L.; JUSTICE, C. O.; TOWNSHEND, J. R. G. (2013) High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change. *Science*, v. 342, n. 6160, p. 850-853.
- HEIKKINEN, R. K.; LUOTO, M.; VIRKKALA, R.; PEARSON, R. G.; KOBER, J. H. (2007) Biotic interactions improve prediction of boreal bird distributions at macro-scales. *Global Ecology and Biogeography*, 16, 754-763.
- 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.
- JUNK, W. J. (1980) Áreas inundáveis – Um desafio para Limnologia. *Acta Amazônica*, v. 10 (4): 775-795.
- LECOQ, M. (1991) *Gafanhotos do Brasil. Natureza do Problema e Bibliografia*. Editora: EMBRAPA/NMA e CIRAD/PRIFAS, Montpellier. 158 p.
- 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.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. (2010) *Plano de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca de Minas Gerais– PAE/MG: Relatório Final*. Edit. Resp.: SEDVAN/IDENE, Belo Horizonte: MG. 243 p.
- MME. Ministério de Minas e Energia. (1976) *Levantamento de Recursos Naturais: Folha NA.19 – Pico da Neblina*. Projeto RADAMBRASIL: Rio de Janeiro. 355 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. (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.
- \_\_\_\_\_. (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.
- \_\_\_\_\_. (2009) Gafanhotos: Um salto para a diversidade. *Revista Amazônia*, v. 2, p. 265-272, Belém.
- PELIZZA, S. A., ELIADES, L. A.; SAPARRAT, M. C. N.; CABELLO, M. N.; SCORSETTI, A. C.; LANGE, C. E. 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. 2012.
- 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.
- PRICE, P. W. (1997) Importance of Insect Ecology. In: PRICE, P. W. *Insect Ecology*. 3<sup>a</sup> ed. Ed. JOHN WILEY & SONS, New York, NY. p 1-8.

- REATTO, A. & MARTINS, E. S. (2005) Classes de solo em relação aos controles da paisagem do bioma Cerrado. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C. & FELFILI, J. M. (org.). *Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação*. MMA. Brasília, DF. 49-59 p.
- 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.
- 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 floretas tropicais*. Tradução de Joann Becker. Petrópolis: Vozes. 69 p.
- SOBERON, J. (2007) Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. *Ecology Letters*, v. 10, 1115-1123.
- SOGEOCOL (Sociedade Geográfica de Colombia). (1965) Climatología Colombiana. *Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia*, 87-88 p.
- SOS MATA ATLÂNTICA. (1993) Mapa de remanescentes da Floresta Atlântica Nordeste. In: *Sociedade Nordestina de Ecologia, Conservation Internacional & Fundação Biodiversitas* (eds.) Workshop Prioridades para a Conservação da Floresta Atlântica do Nordeste. Recife.
- SOVANO, R. S. S. (2014) *Taxonomia e Biogeografia do Gênero Neotropical Aganacris Walker, 1871 (Orthoptera: Tettigoniidae: Phaneropterinae)*. Manaus: INPA. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 69 p.
- STEINKE, E.T. (2012) *Climatologia fácil*. Oficina de Textos. São Paulo. 141 p.
- SWETS JA. (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.

### 3) CONCLUSÃO GERAL

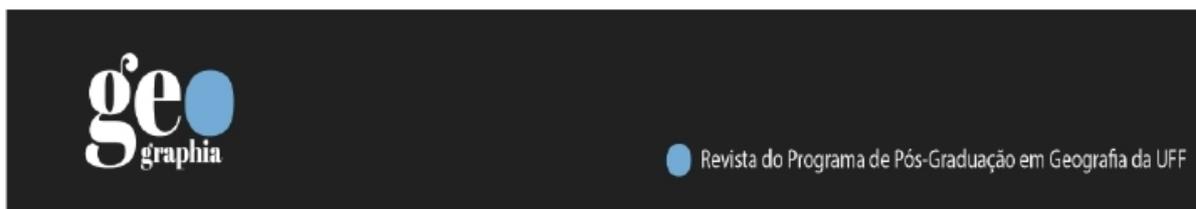
Para os dados de ocorrência do gênero, foram evidenciados dois novos registros para *T. descampsi*, presentes na Coleção Zoológica da Universidade Federal do Amazonas, sendo as primeiras ocorrências desta espécie para Brasil e Amazônia Legal. Entretanto, na distribuição geográfica, contatou-se a ampla distribuição das espécies *T. collaris* e *T. cristata*, além da restrição de *T. descampsi*, sendo esta a espécie mais rara do gênero. Para as subespécies, a distribuição geográfica apresentou ocorrência ampla para *T. c. cristata*, assemelhando-se à espécie nominal e condições mais restritas de ocorrência para *T. c. grandis* e, principalmente, *T. c. dux*.

Contudo, a partir da distribuição potencial, foi possível confirmar a grande adaptabilidade ecológica de *T. collaris*, com sua restrição à apenas ambientes de altitude, o que lhe proporciona uma barreira geográfica. Enquanto que *T. cristata* e suas subespécies conseguem habitar todos ambientes de florestas equatoriais e tropicais (*T. c. cristata*), florestas equatoriais, tropicais e subtropicais de planaltos e serras (*T. c. grandis*) e florestas tropicais e de montanha (*T. c. dux*), estando ausente apenas em ambientes secos, o que lhe detém uma distribuição restrita por condições ecológicas. No entanto, *T. descampsi*, revelou ter condições ecológicas ainda mais restritas, estando sua distribuição possivelmente limitada à Bacia Amazônica.

Portanto, esta pesquisa vem a contribuir com informações à respeito das condições ambientais de ocorrência e ausência para cada espécie e subespécie do gênero *Tropidacris*, abrangendo também o conhecimento sobre sua distribuição geográfica. Além disto, estes resultados indicam possíveis áreas para inventários destas espécies, o que minimiza os gastos com coletas de campo e potencializa os resultados de tais atividades. Contudo, novas pesquisas devem ser realizadas, tendo em vista que este gênero de gafanhotos, além de já apresentar uma espécie reconhecida como praga agrícola causadora de dano econômico, suas demais espécies não possuem informações biológicas e ecológicas que possam garantir a não potencialidade destas se tornarem pragas agrícolas e, por isso, precisam ser mais estudadas.

**4) ANEXOS**

<b>Anexo 1</b>	Submissão do artigo à Revista Geographia (UFF).	51
<b>Anexo 2</b>	Diretrizes para autores.	52



CAPA   SOBRE   PÁGINA DO USUÁRIO   PESQUISA   ATUAL   EDIÇÕES

ANTERIORES   NOTÍCIAS   FACEBOOK

Capa > Usuário > Autor > **Submissões Ativas**

## Submissões Ativas

**ATIVO**   ARQUIVO

ID	MM-DD ENVIAR	SEC	AUTORES	TÍTULO	SITUAÇÃO
1066	02-14	ART	Romão, Gutjahr, Braga	<u>DISTRIBUIÇÃO</u> <u>GEOGRÁFICA E</u> <u>POTENCIAL DAS</u> <u>ESPÉCIES DO...</u>	Aguardando designação

1 a 1 de 1 Itens

### Iniciar Nova Submissão

CLIQUE AQUI para iniciar os cinco passos do processo de Submissão.

Niterói: UFF, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 1999 – Quadrimestral - ISSN 15177793 (eletrônico). Os conteúdos da Revista GEOgraphia estão licenciados em CC BY.



GEOgraphia - Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia da  
Universidade Federal Fluminense

Ajuda do sistema

#### USUÁRIO

Logado como...

**essiageo**

- Meus  
periódicos
- Perfil
- Sair do  
Sistema

#### AUTOR

Submissões

- Ativo (1)
- Arquivo (0)
- Nova  
Submissão

#### IDIOMA

Português (Brasil)

#### CONTEÚDO DA REVISTA

Pesquisa

Todos

Pesquisar

#### Procurar

- Por Edição
- Por Autor
- Por Título
- Outras  
revistas

#### INFORMAÇÕES

- Para Leitores
- Para Autores
- Para  
Bibliotecários

#### TAMANHO DE FONTE



CAPA    SOBRE    ACESSO    CADASTRO    PESQUISA    ATUAL

EDIÇÕES ANTERIORES    NOTÍCIAS    FACEBOOK

Capa > Sobre a Revista > **Submissões**

## Submissões

- > [Submissões Online](#)
- > [Diretrizes para Autores](#)
- > [Declaração de Direito Autoral](#)
- > [Política de Privacidade](#)

## Submissões Online

Já possui um Login/Senha para a revista GEOgraphia?

[ACESSO](#)

Não tem Login/Senha?

[CADASTRO DE USUÁRIOS](#)

O cadastro no sistema e posterior acesso ou login são obrigatórios para submissão como também para verificar o estágio das submissões.

## Diretrizes para Autores

\* A partir de 2016 a Revista GEOgraphia passou a ter periodicidade **quadrimestral**. Dado o elevado número de submissões recebidas, **foi estabelecido um período de dois meses no início de cada quadrimestre para a recepção de artigos**, independente da relação com a publicação no número subsequente. Esse período é divulgado regularmente na página inicial da revista;

\* Os trabalhos submetidos a essa publicação podem ser redigidos em **Português, Espanhol, Inglês e Francês**, sempre obedecendo as normas cultas das línguas;

\* O cadastro no sistema e posterior acesso ou login são obrigatórios para submissão como também para verificar o estágio das submissões.

\* Todos os trabalhos devem ser acompanhados de uma **página de identificação em separado**, que deve ser anexada no item "documentos suplementares", com as seguintes informações: título; nota autoral (no caso de autoria múltipla, indicar o nome dos autores em ordem de responsabilidade na elaboração do trabalho); identificação dos autores (profissão, vínculo institucional, título acadêmico, endereço, e-mail e telefone para contato).(ABNT NBR 12256)

\* Tratando-se de artigo, deve-se juntar resumo e palavras-chave em português (precedendo o texto). Após o texto, deve-se acrescentar título, resumo e palavras-chaves em inglês.

\* Os artigos devem ser encaminhados completos e definitivamente revistos. As provas serão revisadas pelo editor, com base no texto recebido, cabendo ao autor a responsabilidade pelo original enviado;

\* É obrigatório que o artigo respeite a norma culta da língua e que sua grafia seja revisada antes da submissão:

### Ajuda do sistema

#### USUÁRIO

Login

Senha

Lembrar usuário

#### IDIOMA

#### CONTEÚDO DA REVISTA

Pesquisa

#### Procurar

- [Por Edição](#)
- [Por Autor](#)
- [Por Título](#)
- [Outras revistas](#)

#### INFORMAÇÕES

- [Para Leitores](#)
- [Para Autores](#)
- [Para Bibliotecários](#)

#### TAMANHO DE FONTE

\* Para garantir a avaliação cega, os dados do(s) autor(es) não serão encaminhados aos avaliadores, entretanto, **é responsabilidade do(s) autor(es) certificar-se de que não existem - em nenhum lugar do corpo do texto ou nas propriedades do arquivo - dados que possam identificá-los.** Para remover a identificação das propriedades do arquivo, o autor deve realizar os seguintes procedimentos:

a. Em documentos do Microsoft Office ou Mac: (no menu Arquivo > Propriedades), iniciando em Arquivo, no menu principal, e clicando na sequência: Arquivo > Salvar como... > Ferramentas (ou Opções no Mac) > Opções de segurança... > Remover informações pessoais do arquivo ao salvar > OK > Salvar.

b. Em PDFs, os nomes dos autores também devem ser removidos das Propriedades do Documento, em Arquivo no menu principal do Adobe Acrobat.

\* Todos os trabalhos aparecerão assinados, refletindo as opiniões de seus autores e não necessariamente as do Comitê Editorial;

\* O Comitê Editorial e o Conselho Consultivo se reservam o direito de recusar ou de solicitar alterações nos textos originais;

\* Os trabalhos não serão devolvidos, mesmo que não aceitos para publicação;

\* Os critérios para a formatação do texto são os a seguir especificados:

- **Digitação:** fonte Times New Roman 12, em espaço um e meio, margens esquerda e direita de 3 cm, iniciando-se os parágrafos com uma tabulação de 1 cm.

Artigos: não deverão exceder 25 laudas (incluindo tabelas, gráficos, ilustrações e referências bibliográficas);

Notas de Pesquisa e Resenhas: não deverão exceder 6 laudas, evitando-se tabelas, gráficos e ilustrações.

Ponto de Vista: não deverá exceder 10 laudas. O texto deve ser gerado em editor de textos Word for Windows™ (versão mínima 6.0) ou Wordperfect™ (versão mínima 5.1).

- **Citações:** as transcrições no texto de até três linhas devem estar encerradas entre aspas duplas. As aspas simples são utilizadas para indicar citação no interior da citação. As transcrições no texto com mais de três linhas devem ser destacadas com recuo de 4 cm da margem esquerda, com arial 10 e sem aspas. Os indicadores de supressão de parte da transcrição e os acréscimos devem ser colocados entre parênteses (,,). Recomenda-se utilizar o sistema autor-data-número da página entre parênteses para a identificação da fonte de citação. (ABNT NBR 10520)

- **Notas explicativas:** usadas para comentários, esclarecimentos ou explicações que não possam ser incluídas no texto. Devem ser inseridas como notas de rodapé, em algarismos arábicos, com numeração única e consecutiva para todo o artigo. (ABNT NBR 10520)

- **Elementos complementares:** as notas, tabelas, quadros e figuras devem ser apresentados separadamente do corpo do texto, para facilitar o trabalho de editoração. As tabelas, quadros e figuras são numerados consecutiva e independentemente, em algarismo arábicos, e digitados em laudas independentes, cada qual identificado na parte superior pelo termo TABELA, QUADRO ou FIGURA, seguido do seu número de ordem. No corpo do texto, a localização desejável de determinada tabela, quadro ou figura deve ser indicada pela palavra TABELA, QUADRO ou FIGURA seguida de seu número de ordem, entre dois traços horizontais, no espaço de uma linha em branco. (ABNT NBR 12256)

- **Referências bibliográficas:** os elementos essenciais são: autor(es), data de publicação, título, subtítulo (se houver), edição, local, editora, páginas e volumes (se houver). (ABNT NBR 6023)

**Ao longo do artigo:** com indicação do sobrenome do autor, data de publicação e número da(s) página(s) consultada(s). Havendo mais de um trabalho do mesmo autor no mesmo ano, usar a, b, c imediatamente após a data. Exemplo: (Mortara, 1982a, p. 427). Repetir citações anteriores para evitar as expressões *ibid.*, *op. cit.* etc.

**Ao final do artigo:** a bibliografia deve seguir o formato dos textos deste volume.

**Livro:**

SOBRENOME, inicial do prenome do(s) autor(es). Ano de publicação. *Título:* subtítulo. Número da edição. Local: Editora  
Ex.:

GOMES, L. G. F. F. (1998) *Novela e sociedade no Brasil*. Niterói: EdUFF. 137 p.

**Capítulo de livro:**

SOBRENOME, inicial do prenome do(s) autor(es). Título do capítulo. In: SOBRENOME, inicial do prenome do(s) autor(es) ou organizador(es). *Título:* subtítulo. Local: Editora, ano de publicação, Páginas inicial-final do capítulo referenciado.  
Ex.:

ROMANO, G. (1996) Imagens da juventude na era moderna. In: LEVI, G.; SCHIMIDT, J. (orgs.). *História dos jovens 2: a época contemporânea*. São Paulo: Companhia das Letras, p. 7-16.

**Artigo de periódico:**

SOBRENOME, inicial do prenome do(s) autor(es). Data de publicação. Título do artigo: subtítulo. *Título da revista*, local, número do volume, fascículo, páginas inicial-final do artigo referenciado, informações de período.  
Ex.:

COSTA, V. R. (1998) À margem da lei: o Programa Comunidade Solidária. *Em Pauta - Revista da Faculdade de Serviço Social da UERJ*, Rio de Janeiro, n. 12, p. 131-148.

**Em meio eletrônico:** obras de qualquer natureza consultadas *on-line* devem necessariamente apresentar as informações sobre o endereço eletrônico, apresentado entre os sinais < >, precedido da expressão "Disponível em:", e a data do acesso ao documento, precedida da expressão "Acessado em:".  
Ex.:

SÃO PAULO. (Estado). (1999) Secretaria do Meio Ambiente. Tratados e organizações ambientais em matéria de meio ambiente. In: \_\_\_\_\_. *Entendendo o meio ambiente*. São Paulo. v.1. Disponível em: <http://www.bdt.org.br/sma/entendendo/atual.html>. Acessado em: 8 mar. 1999.

**ATENÇÃO:** A revista não se responsabiliza pelas referências bibliográficas fornecidas pelos autores.

## Itens de Verificação para Submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. A contribuição é original e inédita, não está sendo avaliada para publicação por outra revista e tampouco disponível na Internet; caso contrário, deve-se justificar em "Comentários ao Editor"
2. Os arquivos para submissão estão em formato Microsoft Word, OpenOffice ou RTF (desde que não ultrapassem 2MB)
3. URLs para as referências foram informadas quando necessário.
4. O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos em [Diretrizes para Autores](#), na seção Sobre a Revista.
5. A identificação de autoria do trabalho foi removida do arquivo e da opção Propriedades no Word, garantindo desta forma o critério de sigilo da revista, caso submetido para avaliação por pares (ex.: artigos), conforme instruções disponíveis em [Assegurando a Avaliação Ceqa por Pares](#).

## Declaração de Direito Autoral

### DECLARAÇÃO DE ORIGINALIDADE E CESSÃO DE DIREITOS AUTORAIS

Declaro que o presente artigo é original, não tendo sido submetido à publicação em qualquer outro periódico nacional ou internacional, quer seja em parte ou em sua totalidade. Declaro, ainda, que uma vez publicado na revista **GEOgraphia**, editada pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal Fluminense, o mesmo jamais será submetido por mim ou por qualquer um dos demais co-autores a qualquer outro periódico. E declaro estar ciente de que a não observância deste compromisso submeterá o infrator a sanções e penas previstas na Lei de Proteção de Direitos Autorais (Nº9609, de 19/02/98).

## Política de Privacidade

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou a terceiros.

Niterói: UFF, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 1999 – Quadrimestral - ISSN 15177793 (eletrônico). Os conteúdos da Revista GEOgraphia estão licenciados em CC BY.



GEOgraphia - Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia da  
 Universidade Federal Fluminense



Universidade do Estado do Pará  
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – Mestrado  
Tv. Enéas Pinheiro, 2626, Marco, Belém-PA, CEP: 66095-100  
[www.uepa.br/paginas/pcambientais](http://www.uepa.br/paginas/pcambientais)

