



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE BIOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE GENÉTICA  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - BACHARELADO

TÁRCIO PEREIRA BARBOSA

**LEVANTAMENTO DA OCORRÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO DE GAFANHOTOS  
COLETADOS NO NORDESTE E NO PARÁ E A CORRELAÇÃO COM DADOS  
CITOGENÉTICOS**

Recife  
2025

TÁRCIO PEREIRA BARBOSA

**LEVANTAMENTO DA OCORRÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO DE GAFANHOTOS  
COLETADOS NO NORDESTE E NO PARÁ E A CORRELAÇÃO COM DADOS  
CITOGENÉTICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Ciências  
Biológicas - Bacharelado da Universidade  
Federal de Pernambuco, como requisito  
parcial para obtenção do título de  
Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador (a): Profª Drª Vilma Loreto da Silva

Recife

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Barbosa, Tércio Pereira.

Levantamento da ocorrência e distribuição de gafanhotos coletados no nordeste e no Pará e a correlação com dados citogenéticos / Tércio Pereira Barbosa. - Recife, 2025.

58 p. : il., tab.

Orientador(a): Vilma Loreto Da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, Ciências Biológicas - Bacharelado, 2025.

Inclui referências.

1. Levantamento. 2. Gafanhoto. 3. Citogenética. 4. Cariótipo. 5. Cromossomos. I. Da Silva, Vilma Loreto. (Orientação). II. Título.

570 CDD (22.ed.)

TÁRCIO PEREIRA BARBOSA

**LEVANTAMENTO DA OCORRÊNCIA E DISTRIBUIÇÃO DE GAFANHOTOS  
COLETADOS NO NORDESTE E NO PARÁ E A CORRELAÇÃO COM DADOS  
CITOGENÉTICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Ciências  
Biológicas - Bacharelado da Universidade  
Federal de Pernambuco, como requisito  
parcial para obtenção do título de  
Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovado em: \_\_/\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Vilma Loreto da Silva (Orientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Mestra Mayara Lopes de Freitas Lima (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Dra. Darlene Paiva Bezerra (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que nunca me desamparou e sempre me permitiu superar todos os obstáculos durante o meu percurso acadêmico.

Expresso imensa gratidão aos meus pais, Tarcísio e Márcia, e à minha avó, Maria Antônia. Que sempre cuidaram de mim, nunca deixaram faltar amor e carinho na minha vida e sempre acreditaram no meu potencial de conseguir alcançar todos os meus objetivos e sonhos.

À minha namorada Beatriz Amália que acompanhou todo o árduo trabalho que foi a realização desse levantamento e sempre me ajudou com dicas e palavras de incentivo sempre que eu estava me sentindo sobrecarregado. Agradeço muito pela sua companhia.

À Prf<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vilma Loreto, por mostrar-se altamente competente de fazer orientações e pelos conselhos, bem como disposição em auxiliar no LGCAH (Laboratório de Genética e Citogenética Animal e Humana) durante minha estadia; Agradeço por toda a sua paciência e dedicação durante todo o meu tempo como estagiário e aluno.

À UFPE, através do seu setor de transporte que viabilizou a grande maioria das viagens de coletas de gafanhotos no período de 1991 a 2023;

Ao Prof. Carlos S. Carbonell que identificou a grande maioria dos exemplares registrados no livro digital produzido neste trabalho;

Ao Programa de Pós-graduação em Genética e Biologia Molecular da UFPE que financiou através de ajuda de custo e diárias a ida de pesquisadores do LGCAH ao Pará;

À Profa. Maria José de Souza, idealizadora da linha de pesquisas com insetos do LGCAH, e a bióloga Cirlene Silva que no período de 1991 a 2018 contribuiu enormemente para as coletas de insetos do referido laboratório;

À todos os estudantes e ex-alunos do LGCAH, especialmente à Maria Luiza e Abraão, que contribuíram para as coletas de insetos descritas neste trabalho e também no compartilhamento de informações fundamentais para a formulação deste estudo.

Aos meus amigos que me acompanharam desde o colégio, Marquinhos, Ana Sophia, Raul e Vinícius. Agradeço por estarem sempre presentes na minha vida, por

sempre me fazerem rir e espero que possamos continuar sendo próximos por muito mais tempo.

À todos os amigos e pessoas que conheci durante a minha graduação, grupo da mesa branca, sem vocês a minha jornada teria sido bem mais difícil.

## RESUMO

Os gafanhotos são um grupo de insetos pertencentes à ordem Orthoptera e subordem Caelifera. Esses insetos, nos neotrópicos, se dividem em 8 famílias distintas, onde Acrididae e Romaleidae são as mais diversas, com cada uma apresentando 270 e 80 gêneros, respectivamente. As principais famílias de gafanhotos possuem cariótipos conservados do tipo  $2n=23,X0$  para machos e  $2n=24,XX$  para fêmeas, com os cromossomos possuindo uma morfologia acrocêntrica. O objetivo do presente estudo foi realizar um levantamento faunístico de gafanhotos coletados durante os anos de 1991 a 2023 e a partir dos dados obtidos, criar um banco de dados das espécies encontradas e suas respectivas populações e também realizar a cariotipagem de espécies que possuíam número cromossômico desconhecido. As coletas se basearam na busca ativa por indivíduos e na captura através do uso de redes entomológicas e sacolas plásticas. A cariotipagem desses insetos foi realizada através da técnica de esmagamento de folículos testiculares e coloração com a orceína lacto-acética a 2% com a visualização dos cromossomos em microscópio óptico. Foram feitas lâminas das espécies *Cylindrotettix r. orientalis*, *Poecilocloeus modestus*, *Radacridium adamantinum*, *Abila descampsi* e *Zygoclistron sp.*, essa última possuía o cariótipo  $2n=20 XX:XY$  enquanto que todas as outras compartilhavam o cariótipo ancestral  $2n=23,24 X0:XX$ . O levantamento indicou que os estados com o maior número de gafanhotos coletados foram Pernambuco, Pará, Bahia e Ceará com 14.880, 1.831, 1.082 e 744 indivíduos, respectivamente. Pernambuco foi o estado com o maior número de espécies distintas, 52, sendo as mais comuns *Rhammatocerus brasiliensis* e *Phaeoparia megacephala*. No Pará foram identificadas 37 espécies, entre elas: *Orphulella concinnula* e *Abracris flavolineata* como as mais prevalentes. Na Bahia, as mais abundantes foram *R. brasiliensis* e *Ommexechea virens*, de um total de 25 espécies coletadas. O Ceará apresentou a menor diversidade, com apenas 18 espécies, sendo *R. brasiliensis* e *Xyleus d. angulatus* as mais comuns. Ambientes úmidos como a mata atlântica e a floresta amazônica mostraram-se mais biodiversos do que biomas mais ressecados como na caatinga.

**Palavras-chave:** Levantamento faunístico, Citogenética, Cariótipo, Gafanhoto

## ABSTRACT

Grasshoppers are a group of insects who belong to the Orthoptera order and suborder Caelifera. They are divided into 8 distinct families in the neotropics, where Acrididae and Romaleidae are the most diverse, each containing 270 and 80 genera, respectively. The main grasshopper families possess a conserved karyotype of  $2n=23,X0$  for males and  $2n=24,XX$  for females, where their chromosomes exhibit an acrocentric morphology. The objective of this study was to conduct a faunal survey of grasshoppers collected between 1991 to 2023, and based on the obtained data, create a database of the species found and their respective populations, as well as perform karyotyping of species with an unknown chromosomal number. The collections were conducted by active searches for individuals and captures using entomological nets and plastic bags. The karyotyping of these insects was carried out through the technique of squashing testicular follicles and staining with 2% lacto-acetic orcein, followed by chromosome visualization under an optical microscope. Slides were made for the species *Cylindrotettix r. orientalis*, *Poecilocloeus modestus*, *Radacridium adamantinum*, *Abila descampsi*, and *Zygoclistron sp.*. The last one had a karyotype of  $2n=20\ XX:XY$ , while all the others shared the ancestral karyotype of  $2n=23,24\ X0:XX$ . The survey indicated that the states with the highest number of grasshoppers collected were Pernambuco, Pará, Bahia, and Ceará, with 14,880, 1,831, 1,082, and 744 individuals, respectively. Pernambuco had the highest number of distinct species, 52, with the most common being *Rhammatocerus brasiliensis* and *Phaeoparia megacephala*. In Pará, 37 species were identified, among which *Orphulella concinnula* and *Abracris flavolineata* were the most prevalent. In Bahia, the most abundant species were *R. brasiliensis* and *Ommexecha virens*, from a total of 25 species collected. Ceará showed the lowest diversity overall, with only 18 species, of which *R. brasiliensis* and *Xyleus d. angulatus* were the most common. Humid environments such as the Atlantic Forest and the Amazon Rainforest proved to be more biodiverse than drier biomes like the Caatinga.

**Keywords:** Faunistic survey, Cytogenetics, Karyotype, Grasshopper

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** - Busca ativa por gafanhotos utilizando uma rede entomológica para capturá-los.....18
- Figura 2** - Mapa mostrando os 66 municípios onde foram feitas coletas no estado de Pernambuco.....24
- Figura 3** - Mapa mostrando os municípios onde foram feitas coletas na região Nordeste com exceção dos gafanhotos do estado de Pernambuco. Os municípios do Ceará estão representados pela cor amarela, os da Bahia pela cor vermelha, Rio Grande do Norte pela cor azul, Paraíba pela cor verde, Piauí pela cor cinza e Alagoas pela cor preta.....24
- Figura 4** - Mapa mostrando os 18 municípios onde foram feitas coletas no estado do Pará.....25
- Figura 5** - Representação gráfica da porcentagem de gafanhotos coletados nos estados de Pernambuco, Pará, Bahia e Ceará. Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí e Alagoas, juntos, compreenderam apenas 124 indivíduos.....27
- Figura 6** - Um gafanhoto macho da espécie *Rhammatocerus brasiliensis*.....32
- Figura 7** - Número total de espécies distintas identificadas nos estados de Pernambuco, Pará, Ceará e Bahia.....42
- Figura 8** - Análise convencional de células meióticas em indivíduos de *Cylindrotettix riverae orientalis* (a, b), *Poecilocloeus modestus* (c, d), *Radacridium adamantinum* (e) e *Abila descampsi* (f). (a), células em metáfase, (b, e), células em anáfase I, (c, d, f), células em diplóteno.....47

**Figura 9** - Análise convencional de célula meiótica em diplóteno da espécie *Zygoclistron* sp. A seta está indicando o par sexual neo-X/neo-Y.....47

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Número cromossômico e mecanismo de determinação sexual em gafanhotos coletados nos estados de Pernambuco, Pará, Ceará e Bahia.....	43
--	----

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
2.1 TAXONOMIA E CARACTERÍSTICAS DOS GAFANHOTOS.....	15
2.2 IMPORTÂNCIA E CARACTERÍSTICAS DE LEVANTAMENTOS DE FAUNA.....	17
2.3 CARACTERÍSTICAS CARIOTÍPICAS DE GAFANHOTOS.....	20
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>23</b>
3.1. OBJETIVO GERAL.....	23
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>24</b>
4.1. ÁREA DE ESTUDO.....	24
4.2. COLETA E ARMAZENAMENTO DO MATERIAL.....	25
4.3. PREPARAÇÃO DE LÂMINAS PARA COLORAÇÃO CONVENCIONAL..	26
4.4. ANÁLISE DOS DADOS.....	26
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>27</b>
5.1. PERNAMBUCO.....	28
5.2. PARÁ.....	34
5.3. CEARÁ.....	36
5.4. BAHIA.....	39
5.5. LEVANTAMENTO DE DADOS CARIOTÍPICOS.....	42
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>49</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A ordem Orthoptera é dividida em duas subordens distintas: Ensifera e Caelifera. Esta última é o grupo taxonômico do qual os gafanhotos pertencem. Esses artrópodes são caracterizados por possuírem, em sua grande maioria, um hábito alimentar herbívoro, antenas curtas compostas por até 30 segmentos e pernas posteriores com um fêmur avantajado, uma adaptação que permite um movimento saltatório eficiente (Bidau, 2014). Os gafanhotos são insetos extremamente abundantes, com cerca de 2.400 gêneros e 11.000 espécies distribuídas em todos os continentes e biomas, exceto na Antártica (Otte, 1994).

Na faixa climática tropical das américas, é possível encontrar oito famílias de gafanhotos, sendo 5 delas endêmicas da região e outras 3 com uma distribuição mais cosmopolita. Proscopiidae, Tristiridae, Ommexechidae, Pauliniidae e Romaleidae são famílias nativas dos neotrópicos enquanto que Eumastacidae, Pyrgomorphidae e Acrididae podem ser encontradas em outros locais do planeta (Carbonell, 1977).

Dentre todas essas famílias, Acrididae é a que apresenta uma maior diversidade de espécies, com cerca de 270 gêneros apenas nas regiões tropicais (Carbonell, 1977). Os membros desse grupo estão disseminados nos mais variados habitats e climas, desde o ambiente extremamente árido da caatinga, até a floresta amazônica, sendo possível citar a espécie *Cornops aquaticum* que são gafanhotos adaptados a ambientes úmidos e alagados, característicos do bioma amazônico (Silva *et al.*, 2010). O cariótipo típico da família Acrididae é de  $2n=23,X0$  em machos e  $2n=24,XX$  para fêmeas, sendo os cromossomos geralmente todos acrocêntricos (Mesa *et al.*, 1982). Entretanto, também é possível encontrar algumas subfamílias e gêneros de gafanhotos que apresentam variações do número típico para a família como *Dichroplus fuscus* que apresenta populações com um número cromossômico de  $2n=19,X0$  em machos e  $2n,20,XX$  em fêmeas (Taffarel, 2015). Essas divergências do número de cromossomos ancestral da família podem se originar a partir de eventos de fusão cromossômica, como no caso de *Ronderosia bergii*, que possui 22 cromossomos e também um sistema sexual XX/XY, derivado de uma fusão entre cromossomos autossômicos e sexuais (Palacios-Giménez *et al.*, 2018).

Enquanto que, entre as famílias nativas dos neotrópicos, Romaleidae é que possui significativamente a maior biodiversidade, com 437 espécies distribuídas em

80 gêneros (Braga *et al.*, 2015). Esses gafanhotos são encontrados principalmente na América do Sul e possuem uma ampla faixa de ambientes no qual eles podem ser encontrados, desde ambientes ressecados e de baixa pluviosidade até florestas extremamente úmidas. O principal foco de diversidade da família no Brasil está localizado nas regiões norte e nordeste do país, tendo como exemplo a espécie *Brasilacris gigas* que é monotípica e endêmica da região nordeste (Souza e Kido, 1995). Tal como Acrididae, os gafanhotos romaleídeos apresentam uma configuração cromossômica bastante conservada em toda a família onde os machos geralmente possuem o cariótipo  $2n=23,X0$  e as fêmeas  $2n=24,XX$ , algumas espécies comuns que seguem esse padrão são *Phaeoparia megacephala*, *Tropidacris collaris* e *Xyleus discoideus angulatus* (Pereira e de Souza, 2000; Mesa *et al.*, 1982).

Para que informações acerca da diversidade das espécies e sua distribuição espacial numa determinada área e período de tempo sejam conhecidas, é necessária a realização de estudos de levantamento. Essas pesquisas consistem na captura de alguns indivíduos das espécies encontradas nos locais de estudo e, a partir disso, torna-se possível a realização de análises a respeito da biodiversidade da área assim como as condições ambientais e as interações que os organismos estabelecem entre si e com o ambiente (Hammond, 1994; Lewinsohn, 2001).

Os gafanhotos são um grupo de insetos com características ecológicas que os tornam propícios para estudos de levantamento por estarem na base das cadeias tróficas, serem consumidores primários e possuírem uma imensa variedade de espécies, enquanto que algumas são endêmicas a determinados locais e estão ameaçadas de extinção (Nunes-Gutjahr e Braga, 2015), outras como *Rhammatocerus brasiliensis* são cosmopolitas e podem ser encontradas em vários biomas distintos (Melo, 2019). Entretanto, os estudos de levantamento em Orthoptera geralmente são focados apenas em espécies que possuem o potencial de se tornarem pragas agrícolas (Gallo *et al.*, 2002; Fujihara *et al.*, 2011) ou estão restritos a poucas áreas (Almeida; Câmara, 2008). Dessa forma, a realização de um levantamento faunístico com um extenso banco de dados de espécimes capturados ao longo de vários anos contribui significativamente para o entendimento dos padrões de distribuição das espécies de gafanhotos e de suas respectivas populações. Para que esse objetivo fosse alcançado, foram realizadas uma série de coleta em estados do Nordeste e no Pará, seguidas de análises citogenéticas para a

determinação das características cariotípicas das espécies de gafanhotos estudadas.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 TAXONOMIA E CARACTERÍSTICAS DOS GAFANHOTOS

Os gafanhotos são insetos pertencentes à ordem Orthoptera e subordem Caelifera. Essa subordem apresenta cerca de 11.000 espécies distribuídas em 2.400 gêneros que estão disseminados em todos os continentes exceto a Antártica. Eles habitam desde pastagens, florestas úmidas, florestas temperadas até ambientes semiáridos, porém apresentam uma maior biodiversidade de espécies nos trópicos (Otte, 1994). Caelifera é um grupo caracterizado pela presença de antenas curtas, compostas por 30 segmentos ou menos e também pelos seus membros posteriores avantajados que os permitem saltar grandes distâncias para se locomover e também fugir rapidamente de possíveis predadores (Bidau, 2014). Os gafanhotos são comumente confundidos com outros membros de Orthoptera como os grilos e as esperanças, porém essas espécies pertencem à subordem Ensifera. Este outro grupo apresenta como características principais as suas extensas antenas com mais de 30 segmentos e a sua emissão de sons, geralmente, através da vibração de suas asas anteriores (Gwynne, 1995). Já os gafanhotos, em sua grande maioria, produzem ruídos por meio da fricção entre as suas patas posteriores com a porção vertical da sua tégmina (Ragge, 1986). Porém também é possível encontrar algumas famílias como Pamphagidae que possuem asas reduzidas e que vocalizam de forma variada como esfregando a porção femoral de suas patas entre si, por exemplo, (López *et al.*, 2008).

Os gafanhotos apresentam um hábito majoritariamente herbívoro, embora existam espécies que também consomem matéria orgânica de origem animal como uma parte substancial de sua dieta e podem até mesmo serem consideradas como onívoras (Stockey *et al.*, 2022). O apetite voraz que esse grupo de insetos possui por plantas é o principal motivo de que várias espécies de gafanhotos são consideradas importantes pragas agrícolas para os agricultores, onde a sua proliferação exacerbada pode ocasionar grandes infestações em regiões de cultivo. O que resulta em milhões de reais de prejuízo todos os anos tanto no Brasil quanto no mundo (Barrientos, 1995). Uma possível consequência dessa infestação é o surgimento de um fenômeno conhecido como nuvem de gafanhotos, onde estes

insetos, ao voarem em busca de novas áreas para se alimentar, formam um imenso bando de dezenas de milhões de indivíduos, causando um rastro de devastação por onde passam (Despland *et al*, 2000; Topaz *et al*, 2012). Entretanto, a nuvem de gafanhotos só é formada por poucas espécies de gafanhotos como o *Schistocerca gregaria*, por exemplo, que possuem uma fase gregária no seu ciclo de vida onde indivíduos originalmente solitários que tendiam a evitar outros da sua espécie agora os buscam ativamente e formam agrupamentos. Esse processo de formação de enxames é desencadeado pelo aumento da densidade populacional dessas espécies numa área e na abundância de fontes de alimento encontradas nesses locais (Despland *et al*, 2000; Topaz *et al*, 2012).

Dentre todas as famílias de gafanhotos encontradas na subordem Caelifera, há 5 que são endêmicas dos trópicos americanos: Ommexechidae, Romaleidae, Pauliniidae, Tristiridae e Proscopiidae (Carbonell, 1977). Há representantes destes grupos que podem ser encontrados principalmente no nordeste brasileiro, inclusive no estado de Pernambuco, como *Ommexecha virens* e *Descampsacris serrulatum*, pertencentes à Ommexechidae e também as espécies de *Radacridium* e *Xyleus discoideus angulatus*, membros de Romaleidae (Carbonell, 1996).

Dessas famílias endêmicas, Romaleidae é a que apresenta a maior diversidade dentro da superfamília Acridoidea, 80 gêneros e 437 espécies distribuídas em 3 subfamílias: Romaleinae, Aucacrinae e Triblyophorinae (Braga *et al.*, 2015). Romaleidae está majoritariamente presente nas Américas do Sul e Central, embora também tenha registros de algumas espécies encontradas na região neártica (Amedegnato, 1974; Carbonell, 1977). Os gafanhotos Romaleideos possuem uma ampla distribuição geográfica de biomas no qual eles podem ser encontrados. No Brasil, as regiões de maior diversidade são o Norte e Nordeste. Esta última apresenta 15 gêneros que ocorrem numa ampla gama de habitats, indo desde biomas mais ressecados como a caatinga, até em ecossistemas muito úmidos como a mata atlântica. Alguns exemplos desses gêneros são *Xyleus*, *Radacridium*, *Helionotus*, *Staleochlora* e *Brasilacris*, onde este último é endêmico da região nordestina (Souza e Kido, 1995).

Além das famílias de gafanhotos endêmicas, existem outras que também possuem uma rica diversidade de espécies com distribuição nas Américas, apesar de não serem consideradas nativas por possuírem representantes encontrados em

outros locais no planeta: Eumastacidae, Pyrgomorphidae e Acrididae (Carbonell, 1977).

A família Acrididae apresenta cerca de 6.700 espécies espalhadas ao redor do mundo, o que a torna uma das linhagens mais diversas dentro de Orthoptera (Cigliano *et al.* 2018). Ela também possui a maior diversidade de espécies que possuem distribuição no “Novo Mundo” em relação às outras famílias citadas anteriormente, sendo possível encontrar aproximadamente 270 gêneros de Acrididae somente nos neotrópicos (Carbonell, 1977). Essa linhagem se originou no período cenozoico, a cerca de 59 milhões de anos e obteve a sua distribuição cosmopolita atual através de processos de dispersão, pois neste período os continentes já se encontravam separados e com uma configuração próxima à atual (Song *et al.*, 2018). Os membros deste grupo possuem uma grande diversidade de habitats nos quais eles podem ser encontrados e também um grande arranjo de diferentes morfologias, nichos ecológicos e comportamentos. Alguns exemplos de espécies de Acrididae que foram encontradas durante estudos de levantamento de fauna realizados no estado de Pernambuco foram: *Rhammatocerus brasiliensis*, *Schistocerca pallens*, *Orphulella punctata* e *Abracris flavolineata* (Almeida e Linares, 2010).

## **2.2 IMPORTÂNCIA E CARACTERÍSTICAS DE LEVANTAMENTOS DE FAUNA.**

Os estudos de levantamento de fauna possuem o objetivo de realizar a identificação e a quantificação das espécies encontradas numa determinada área e período de tempo através da captura de espécimes. A partir dessas análises, é possível compreender com maior exatidão a biodiversidade e as interações que essas diferentes espécies estabelecem entre si no seu hábitat natural (Hammond, 1994; Lewinsohn, 2001). Além disso, também podem ser obtidas outras informações como o estado de conservação desses locais e a variação sofrida por esses organismos com o passar do tempo (Lewinsohn, 2001; Cerqueira, 2001). Os insetos são um grupo de animais muito utilizado para o levantamento de fauna por possuírem características como uma alta fecundidade e relação direta na cadeia alimentar com outros organismos como as plantas e animais insetívoros. Que os tornam úteis para avaliar as condições dos ambientes no qual eles são encontrados

(Humphrey *et al.*, 1999). Os parâmetros que podem ser observados através do levantamento de insetos são: o número de espécies, assim como o número de indivíduos de cada uma dessas espécies capturadas, e desse modo é possível medir a riqueza e abundância das comunidades naturais (Ganho; Marinoni, 2003).

A principal ordem de insetos utilizada como foco de levantamentos faunísticos são os Coleoptera, grupo onde se encontram os besouros. Algumas características desses artrópodes que se destacam como positivas para os estudos de biodiversidade são a imensa quantidade de espécies, cerca de 400 mil descritas, o que compõe aproximadamente 30% de todas as espécies animais (Stork, 2018). Essa rica pluralidade dos Coleoptera se traduz na ocupação dos mais diversos nichos ecológicos e na sua grande variedade de hábitos alimentares, apresentando desde espécies detritívoras, herbívoras e carnívoras (Marshall, 2018). Para representar a heterogeneidade dos besouros, são necessários métodos de captura abrangentes. Ganho e Marinoni (2003) realizaram um trabalho de levantamento no Parque Estadual de Vila Velha do estado do Paraná utilizando armadilhas malaise colocadas em áreas com diferentes vegetações e graus de influência antrópica, o que permitiu uma coleta mais ampla de famílias e gêneros variados.

Em contrapartida, o método de captura usual para gafanhotos em áreas de clima tropical seco se baseia na busca ativa por indivíduos em locais que apresentam gramíneas e no uso de redes entomológicas para apanhar os insetos (Duranton *et al.* 1982).

**Figura 1** - Busca ativa por gafanhotos utilizando uma rede entomológica para capturá-los.



Fonte: Pereira (2024).

Em seguida, os espécimes capturados são colocados em bolsas plásticas até que eles possam ser identificados e catalogados. Estudos de levantamento em Orthoptera geralmente são focados apenas em algumas áreas restritas em determinadas regiões do Brasil, tais como os trabalhos desenvolvidos na região Norte na Floresta Nacional de Caxiuanã, no Pará, e na Volta Grande do rio Xingu, onde foi construída a Usina Hidrelétrica de Belo Monte (Braga, Gutjahr e Moraes, 2017; Nunes-Gutjahr e Braga, 2015). Nesse último, foram obtidas informações acerca de 71 espécies que habitam a região do rio Xingu analisada e foi constatado que muitas delas são endêmicas deste local, sendo severamente prejudicadas com a construção da usina hidrelétrica, pois ela acarretou em eventos de extinção locais. Visto que o desaparecimento de espécies num ecossistema pode causar um desequilíbrio nas cadeias tróficas do hábitat e tornar outras espécies mais suscetíveis de também serem extintas (Borrvall, Ebenman e Jonsson, 2000). É importante frisar que poucas espécies de gafanhotos encontradas na Volta Grande apresentavam estudos ecológicos específicos, o que dificulta que os danos reais sofridos por esses organismos durante a construção da Usina de Belo Monte sejam corretamente mensurados.

Na região Nordeste, os levantamentos feitos compreenderam principalmente a fauna entomológica encontrada em locais de reservas florestais, como é o caso da Estação ecológica de Tapacurá localizada no município de São Lourenço da Mata no estado de Pernambuco (Almeida; Câmara, 2008). Neste trabalho, que foi conduzido entre os anos de 1999 e 2003, criou-se um inventário ecológico das espécies de gafanhotos encontradas neste fragmento florestal de Mata Atlântica e a sua distribuição nos diferentes tipos de vegetação presentes na estação e também em diferentes estações de chuva e seca. A partir disso, foi possível obter novas informações taxonômicas da superfamília Acridoidea e relacionar esses dados com a abundância e distribuição de cada espécie, assim como as preferências alimentares das famílias e gêneros de gafanhotos por diferentes tipos de vegetação como gramíneas, arbustos, frutas e até mesmo plantas aquáticas. Ademais, também foram mensuradas quais espécies apresentavam uma maior capacidade de se tornarem pragas agrícolas.

Outro fator de importância fundamental em relação aos levantamentos faunísticos em gafanhotos e que também é um foco principal das pesquisas desse tipo são a distribuição de espécies consideradas como pragas (Gallo *et al.*, 2002;

Fujihara *et al.*, 2011). Esse maior número de estudos acerca desse grupo de insetos pode ser explicado devido ao fato deles serem os responsáveis por provocar os maiores prejuízos nas lavouras de importância econômica. O que transforma os seus dados ecológicos como abundância e densidade de indivíduos em informações cruciais para os agricultores conseguirem evitar a sua proliferação em demasia e consequentemente proteger as suas plantações (Barrientos, 1995). Entretanto, esse método de pesquisa tende a desconsiderar as centenas de espécies em Acridoidea que não são consideradas como possíveis pragas e que muitas vezes são encontradas apenas em alguns habitats específicos como, por exemplo, *Cornops aquaticum*, um gafanhoto originalmente encontrado na bacia amazônica que se alimenta de plantas aquáticas como os aguapés (Silva *et al.*, 2010).

### 2.3 CARACTERÍSTICAS CARIOTÍPICAS DE GAFANHOTOS

A superfamília Acridoidea apresenta uma alta conservação do seu número e morfologia cromossômica entre as espécies. O cariótipo tipicamente encontrado nesses insetos é do tipo  $2n=23,X0$  nos machos e  $2n=24,XX$  nas fêmeas, apresentando 11 pares de cromossomos autossômicos e 1 ou 2 cromossomos sexuais, com todos possuindo uma morfologia acrocêntrica (Mesa *et al.*, 1982). O principal modo de determinação sexual dos gafanhotos se baseia no sistema  $XX:X0$ , onde para que um indivíduo desenvolva características femininas, é necessário a presença de dois cromossomos X, enquanto que os espécimes que receberam apenas um cromossomo sexual durante a fecundação irão se diferenciar em machos. Esse mecanismo de determinação dos sexos é considerado como uma característica ancestral da ordem Orthoptera (Blackmon, Ross e Bachtrog, 2017). Alguns exemplos de gafanhotos que apresentam essa configuração cromossômica que podem ser citados são *Abracris dilecta* e *Rhammatocerus brasiliensis*, (família Acrididae) e *Ommexecha virens*, (família Ommexechidae) (Rocha *et al.*, 2011; Cella e Ferreira, 1991; Loreto *et al.*, 2008; Mesa *et al.*, 1982). A típica estabilidade cariotípica dos gafanhotos é evidenciada pela identificação do cariótipo de 6 espécies pertencentes a Romaleidae encontradas na região nordeste e que conservam a morfologia e o número cromossômico ancestral, são elas: *Brasilacris gigas*, *Chromacris nuptialis*, *Radacridium nordestinum*, *Radacridium mariajoseae*, *Tropidacris cristata grandis* e *Xyleus discoideus angulatus* (Souza e Silva-Filha,

1993; Souza e Kido, 1995; Rocha, Souza e Tashiro, 1997; Pereira e Souza, 2000; Neto, Souza e Loreto, 2013).

Contudo, também é possível encontrar exceções entre as famílias e gêneros de gafanhotos que possuem um número de cromossomos que difere dos 23 a 24 típicos para a superfamília, o que geralmente se traduz numa redução cromossômica e alteração de sua morfologia. Essas divergências numéricas podem ser explicadas por eventos de fusão entre diferentes cromossomos, resultando nas variações cariotípicas observadas nessas espécies (Mesa *et al.*, 1982). Ademais, de acordo com Mesa (1963), todas as espécies atuais da família Ommexechidae se originaram a partir de um ancestral comum que possuía uma inversão pericêntrica num dos seus cromossomos. O que resultou no surgimento de um par de cromossomos submetacêntricos que podem ser encontrados em 16 espécies dessa família. Ou seja, apesar do cariótipo  $2n=23,X0$  ter se mantido após a inversão, a morfologia dos cromossomos foi alterada. Em Ommexechidae também são encontradas espécies que sofreram eventos de inversões posteriores nos seus cromossomos submetacêntricos como *Pachyossa signata* e *Clarazella bimaculata* que possuem a morfologia cromossômica acrocêntrica original da ordem Orthoptera. Já em outra espécie dessa família, *Conometopus sulcaticollis*, o par de cromossomos submetacêntricos se dividiu em dois pares de cromossomos acrocêntricos, resultando no cariótipo  $2n=25,X0$  em machos e  $2n=26,XX$  em fêmeas (Blackmon, Ross e Bachtrog, 2017). Num outro caso de variação da morfologia cromossômica típica, a espécie *Xestotrachelus robustus* apresentou um cariótipo  $2n=23,X0$  mas que é caracterizado pela presença de dois pares de cromossomos submetacêntricos (De Souza, Haver e Melo, 2003).

Além disso, também é possível que ocorra o surgimento de cromossomos metacêntricos através da fusão robertsoniana (Rb) entre dois acrocêntricos. De acordo com o trabalho realizado por Taffarel (2015), em certas populações da espécie *Dichroplus fuscus* são encontrados indivíduos com cariótipos distintos, alguns com 23/24 cromossomos e outros com 19/20. Evidências morfológicas sugerem que esta última configuração surgiu a partir de duas fusões do tipo Rb entre seus cromossomos.

A fusão também pode ocorrer entre cromossomos autossômicos e sexuais, o que possui o potencial de até mesmo alterar o sistema de determinação sexual e ocasionar o surgimento de cromossomos sexuais neo-X e neo-Y através desses

rearranjos cromossômicos (Castillo, Marti e Bidau, 2010). Um exemplo é a espécie *Ronderosia bergii* pertencente à subfamília Melanoplinae de Acrididae que possui o cariótipo  $2n = 22,XY$  em indivíduos machos. Segundo Palacios-Giménez *et al.* (2018), o neo-Y nesses insetos surgiu a partir de múltiplas inversões paracêntricas e diferentes ampliações das regiões de DNA satélite. Essas diferenças de tamanho das regiões de DNA repetitivo são representadas em duas variantes possíveis de neo-Y presentes em *Ronderosia bergii*, numa delas o cromossomo Y pode ter cerca de metade do comprimento do X enquanto que a outra é caracterizada por apenas 0,78% da dimensão do neo-X.

Mesa *et al.* (1982) apontou que em dois gêneros distintos de *Melanoplinae*, *Atrachelacris* e *Eurotettix*, são encontradas, respectivamente, duas espécies que possuem o mecanismo XX/XY e 5 espécies que apresentam os cromossomos sexuais X1/X2/Y nos machos. O sistema sexual nesses gafanhotos X1/X2/Y se originou a partir de uma única fusão entre um cromossomo autossômico com um cromossomo Y. A espécie *Eurotettix minor* é considerada como um membro basal de *Eurotettix* pelas suas características fenotípicas divergentes do restante do gênero juntamente com a presença do sistema XY ancestral. Nesse mesmo estudo, também é dado como um exemplo do surgimento de cromossomos neo-X e neo-Y as espécies do gênero *Zygoclistron*, no qual é possível inferir uma origem única desse sistema por meio de uma fusão entre o cromossomo X com um autossomo. Além dessa fusão, também é encontrada outra variação cariotípica determinada pela junção de cromossomos autossômicos que deu origem ao par de cromossomos metacêntricos identificados na maioria das espécies desse gênero.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GERAL**

Identificar e mapear as espécies de gafanhotos coletadas na região Nordeste e no estado do Pará e correlaciona-las com os seus respectivos dados cariotípicos.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1- Construir um banco de dados de gafanhotos considerando a identificação taxonômica das espécies, período e local de coleta, utilizando o acervo de indivíduos do LGCAH.

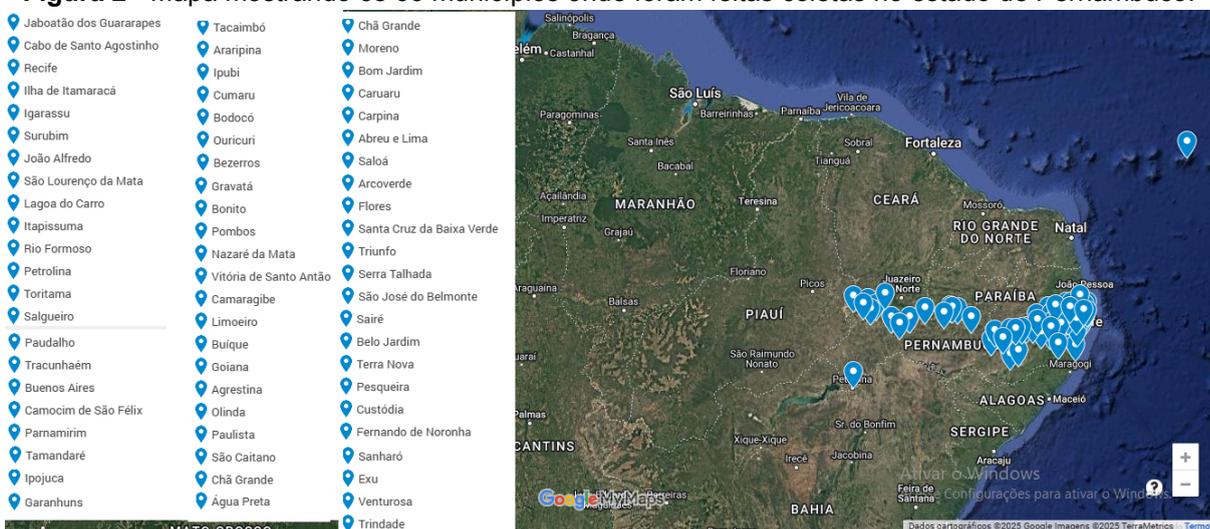
2- Realizar a cariotipagem de espécies de gafanhotos que possuem um número cromossômico desconhecido e identificar os cromossomos através da contagem e análise da sua morfologia.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1. ÁREA DE ESTUDO

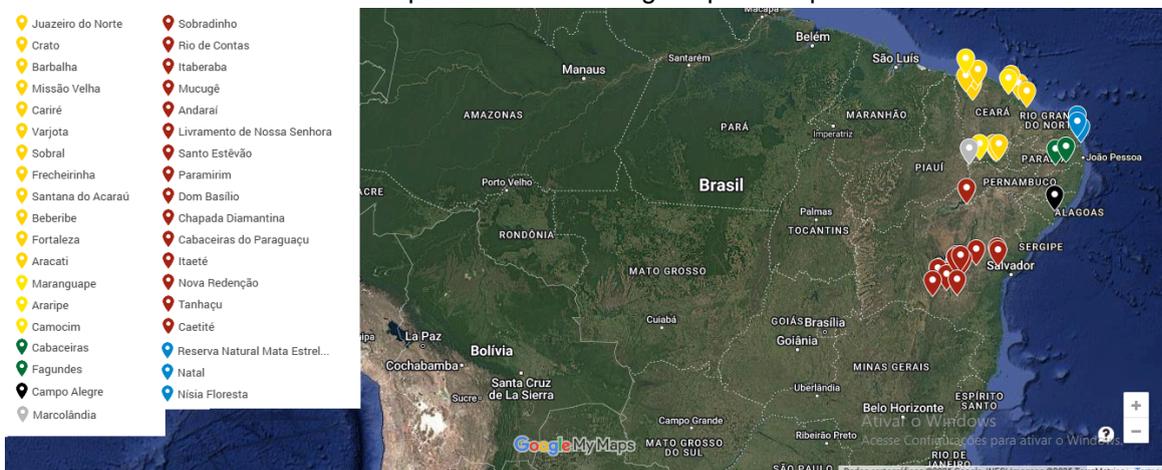
Ao todo, foram amostrados 103 municípios na região Nordeste: 66 em Pernambuco, 15 na Bahia, 15 no Ceará, 3 no Rio Grande do Norte, 2 na Paraíba, 1 no Piauí e 1 em Alagoas. Devido a alta quantidade de locais de coleta em Pernambuco em relação aos demais estados do Nordeste, os municípios foram divididos em dois mapas distintos para melhor visualização (Figuras 2 e 3).

**Figura 2** - Mapa mostrando os 66 municípios onde foram feitas coletas no estado de Pernambuco.



Fonte: Google Maps (2024)

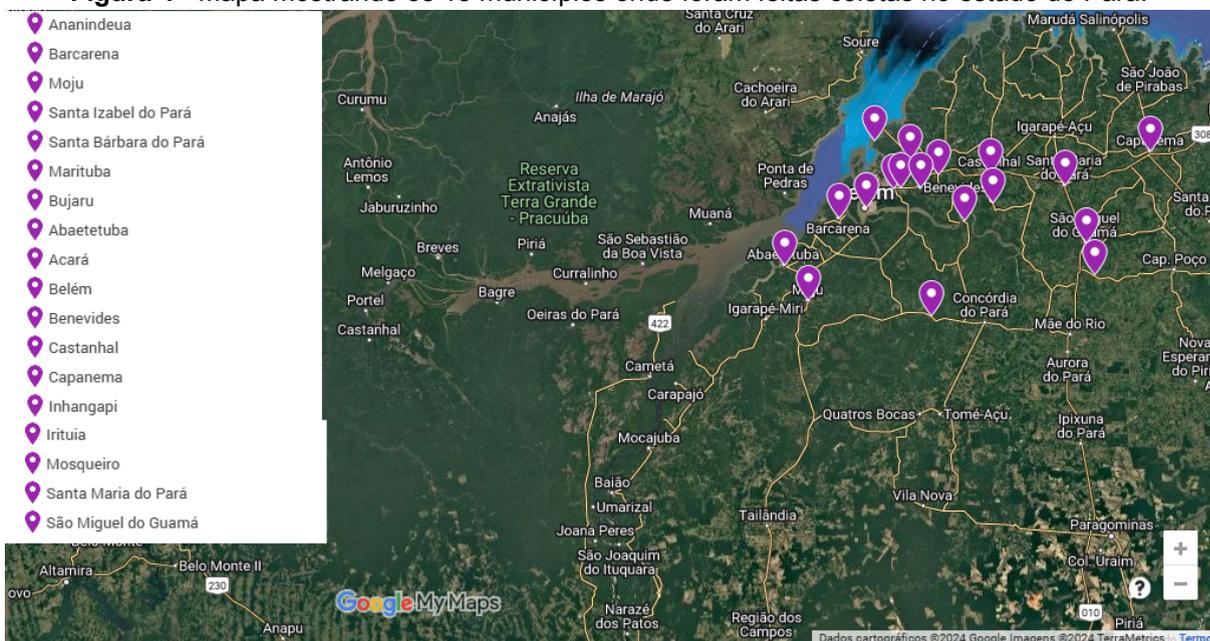
**Figura 3** - Mapa mostrando os municípios onde foram feitas coletas na região Nordeste com exceção dos gafanhotos do estado de Pernambuco. Os municípios do Ceará estão representados pela cor amarela, os da Bahia pela cor vermelha, Rio Grande do Norte pela cor azul, Paraíba pela cor verde, Piauí pela cor cinza e Alagoas pela cor preta.



Fonte: Google Maps (2024)

Além da região Nordeste, também foram realizadas coletas em 18 municípios no estado do Pará, localizado na região Norte (Figura 4).

**Figura 4** - Mapa mostrando os 18 municípios onde foram feitas coletas no estado do Pará.



Fonte: Google Maps (2024)

## 4.2. COLETA E ARMAZENAMENTO DO MATERIAL

Foram coletados um total de 19.563 gafanhotos entre os anos de 1991 e 2023 nos seguintes estados: Alagoas, Bahia, Ceará, Pará, Paraíba, Piauí, Pernambuco e Rio Grande do Norte. As coletas foram realizadas com o uso de redes entomológicas e sacos plásticos para o armazenamento dos exemplares até que eles fossem transportados até o Laboratório de Genética e Citogenética Animal e Humana (LGCAH) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), onde eles foram sacrificados, analisados, identificados e registrados manualmente em livros de registro. No caso do Pará, os indivíduos coletados foram processados no Laboratório de Citogenética da UFPA e trazidos ao LGCAH. A identificação taxonômica a nível de gênero e espécie foi realizada pelo Prof. Carlos S. Carbonell da Universidade de Montevideu, Uruguai.

Para a análise citogenética, os gafanhotos machos foram sacrificados com o uso de potes de vidro contendo um chumaço de algodão embebido em éter para que as suas gônadas pudessem ser removidas com o auxílio de tesoura e pinças, e

colocadas em tubos de Eppendorf em conjunto com uma solução fixadora Carnoy, que consiste em uma proporção de 3:1 de etanol e ácido acético. Os tubos foram armazenados no freezer a uma temperatura de -20 °C até que o material fosse usado na produção de lâminas. Após a retirada do tecido gonadal, os indivíduos foram colocados numa estufa a 37 °C por um período de 8 dias e posteriormente estocados na coleção entomológica do Laboratório de Genética e Citogenética Animal e Humana.

#### **4.3. PREPARAÇÃO DE LÂMINAS PARA COLORAÇÃO CONVENCIONAL**

Foi realizada a cariotipagem das espécies de gafanhotos cujas informações numéricas e morfológicas dos seus cariótipos ainda eram desconhecidas. As preparações citológicas foram obtidas a partir da técnica clássica de esmagamento de folículos testiculares em gafanhotos machos, onde fragmentos dos folículos foram colocados em lâminas em adição com uma gota de ácido acético 45%. Posteriormente, a coloração convencional foi utilizada com a orceína lacto-acética a 2%. As lâminas obtidas foram analisadas com o uso de um microscópio óptico e as células meióticas encontradas foram fotografadas por câmera de celular. As imagens foram então organizadas em figuras no programa Canva.

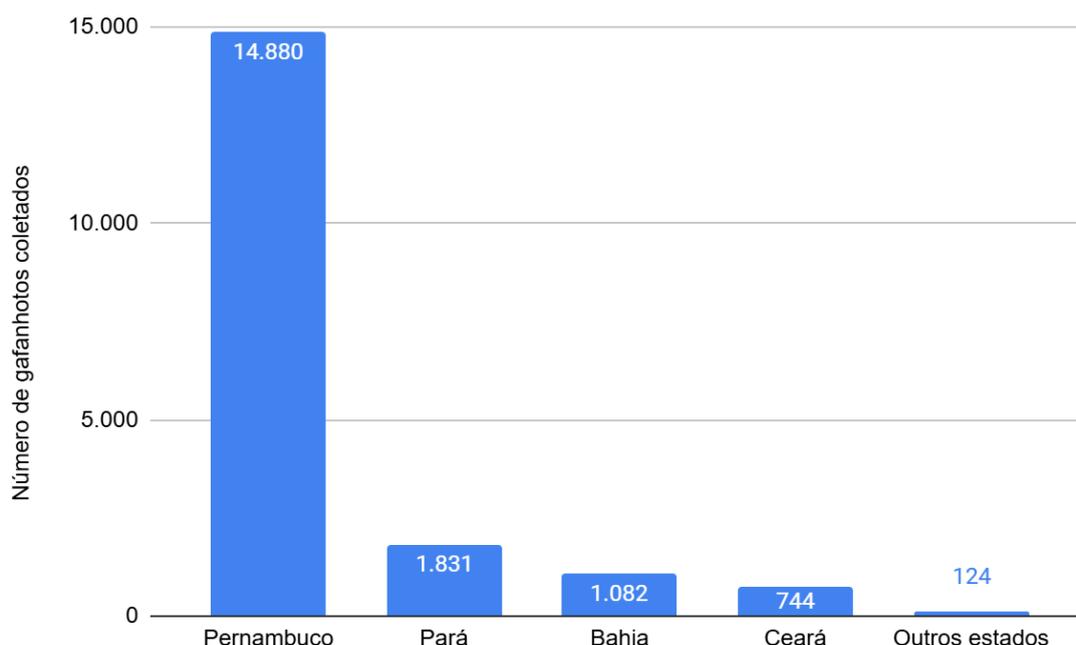
#### **4.4. ANÁLISE DOS DADOS**

A partir dos dados obtidos ao longo de 32 anos de coletas do LGCAH, foram criados livros de registro digitais, onde todas as informações contidas nos livros físicos como a espécie, data, local de coleta e sexo foram revisadas e digitalizadas em documentos de formato Word. Baseado nesses registros de dados iniciais, foram desenvolvidas tabela de ocorrência e prevalência das populações de gafanhotos em seus diversos locais de coleta usando o programa Microsoft Office. Os gráficos de abundância e diversidade de espécies foram criados com o uso do programa Google Planilhas. Essas informações obtidas foram então comparadas com literatura prévia para se obter uma melhor análise.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos de todas as coletas realizadas entre os anos de 1991 a 2023 foram digitalizados em livros digitais. Esses documentos compreenderam um total de 18.661 gafanhotos, dos quais 14.880 foram coletados no estado de Pernambuco, 1.831 no Pará, 1.082 na Bahia, 744 no Ceará, 65 na Paraíba, 31 no Rio Grande do Norte, 24 no Piauí e 4 em Alagoas. Além desses indivíduos, também foram coletados outros 902 gafanhotos, porém como eles não possuíam informações acerca do seu local de captura ou pertenciam a regiões de fora da área de pesquisa, seus dados não foram incluídos no levantamento. Os estados escolhidos para uma análise aprofundada dos seus dados foram Pernambuco, Pará, Ceará e Bahia devido à maior quantidade de gafanhotos coletados nestes locais. Um maior número de espécimes permite a realização de um levantamento mais preciso acerca das espécies de gafanhotos que habitam nas áreas de pesquisa. Dentre todos os estados de ocorrência das coletas citadas, Pernambuco foi o que obteve tanto a maior abrangência de pontos de coleta quanto do número de indivíduos coletados.

**Figura 5** - Representação gráfica da porcentagem de gafanhotos coletados nos estados de Pernambuco, Pará, Bahia e Ceará. Paraíba, Rio Grande do Norte, Piauí e Alagoas, juntos, compreenderam apenas 124 indivíduos.



Fonte: Pereira (2024)

## 5.1. PERNAMBUCO

Foi observada uma diversidade considerável de espécies de gafanhotos nesse estado, possuindo uma média de aproximadamente 20 espécies por localidade, sendo as mais comumente encontradas: *Rhammatocerus brasiliensis*, *Radacridium nordestinum*, *Radacridium mariajoseae*, *Xyleus discoideus angulatus*, *Phaeoparia megacephala* e *Orphulella punctata*. Principalmente em Recife, Cabo de Santo Agostinho, Caruaru, Gravatá, Bezerros e São Lourenço da Mata. Essa distribuição e prevalência de determinadas espécies encontradas pode ser explicada pelas características morfoclimáticas típicas de Pernambuco, que podem formar habitats mais adequados para sustentar tal biodiversidade.

Para explicar essa grande diversidade de espécies encontradas em Pernambuco neste levantamento, as características fitogeográficas dessa região precisam ser analisadas. A região pernambucana é composta por uma vegetação contendo quatro tipos de formação fitogeográficas principais: mangue, mata atlântica, caatinga e cerrado, dentre eles, os biomas com características mais contrastantes foram a caatinga e a mata atlântica. A caatinga é o bioma com maior extensão encontrado em Pernambuco, sendo caracterizado por apresentar uma baixa pluviosidade anual e por suas plantas de porte médio a baixo, tropófilas e ricas em espinhos (Lima, 2007). Enquanto que a Mata atlântica é um dos biomas com a maior biodiversidade de espécies e também mais degradado, com apenas 12,4% da sua cobertura florestal original, formado por uma vegetação exuberante e adaptada à alta umidade e pluviosidade (INPE, 2019).

Esta última é o principal tipo vegetacional, em conjunto com o mangue, originalmente encontrado na capital do estado, Recife. Nesta localidade foram coletados um total de 329 gafanhotos que foram identificados a nível de espécie. *Phaeoparia megacephala* foi contabilizada como a espécie que obteve o maior número de indivíduos capturados, totalizando 106 insetos que compreendem aproximadamente 32,2% de todas as espécies obtidas neste município. Foi possível observar variações consideráveis na abundância dessa espécie entre os anos de 1991 a 2023, sendo os gafanhotos mais abundantes entre o período de 1991 a 2000 e que tiveram uma grande redução de sua população em anos posteriores de levantamento. Não é possível afirmar com certeza se essa diminuição se deu por fatores externos de origem antrópica, como o desmatamento e as mudanças

climáticas, por exemplo, ou pelo fato do grupo de pesquisa não ter retornado às mesmas localidades específicas (o Parque estadual de Dois Irmãos, por exemplo) onde foi encontrado o grande número de indivíduos de *Phaeoparia megacephala* nas coletas iniciais, o que com certeza interferiu nos resultados obtidos. Vale ressaltar que o levantamento de Recife identificou 18 espécies distintas e que um total de 73 indivíduos não foram capazes de serem identificados a nível de espécie, sendo 41 deles pertencentes ao gênero *Orphulella*. Além disso, este também foi o único município onde foi identificada a presença da espécie *Eujivarus meridionalis*.

As cidades de Cabo de Santo Agostinho, Caruaru, Gravatá, São Lourenço da Mata, Buíque e Igarassu foram as localidades que apresentaram a maior abundância de gafanhotos e também a maior diversidade de espécies. Na Reserva Ecológica de Gurjaú, localizada no município de Cabo de Santo Agostinho, foram coletados 785 indivíduos identificados a nível de espécie, sendo 125 pertencentes à espécie *Orphulella punctata*, a que apresentou uma maior quantidade. É possível citar também a espécie *Orthoscapheus rufipes* que apresentou um número significativo de 85 indivíduos coletados apenas nesta região, enquanto que em outras áreas foram obtidos somente 5 exemplares. Ademais, este local apresentou uma maior variedade de espécies em relação às encontradas em Recife, totalizando 25, o que demonstra a rica biodiversidade em Orthoptera presentes nessa reserva, que abrange um importante fragmento de Mata Atlântica remanescente.

Com relação a Caruaru, foram coletados 653 indivíduos que foram divididos em 20 espécies distintas. Este município foi o único local onde foi encontrada a espécie *Lagidacris hebes*, representada por um único espécime. Já em Gravatá, foi possível observar uma quantidade muito maior de gafanhotos em comparação com Caruaru, 816 indivíduos, e também com uma diversidade significativa de 23 espécies, sendo *Rhammatocerus brasiliensis* a mais abundante, contabilizando 267 exemplares.

As coletas realizadas em São Lourenço da Mata renderam um total de 478 espécimes que foram identificados taxonomicamente e pertenciam a 22 espécies distintas. Este local, que compreende um fragmento de Mata Atlântica, foi o único dentre as demais áreas do levantamento onde foram obtidas as espécies *Cornops aquaticum* e *Stenopolla pallida*. De uma forma geral, os dados populacionais obtidos neste município refletiram os encontrados no levantamento de Almeida e Câmara (2008) na Reserva Ecológica de Tapacurá, localizada em São Lourenço da Mata.

Neste estudo da reserva, cerca de 25 espécies foram listadas, entre elas *C. aquaticum* que mostrou uma grande prevalência, principalmente em reservatórios de água. Entretanto, os estudos divergiram em relação à presença das espécies *Lagidacris hebes* e *Osmiliola aurita*, que não foram identificadas neste município no presente levantamento.

No município de Goiana, onde a primeira coleta foi realizada apenas no ano de 2004, diferente de outros municípios pernambucanos onde foram feitas coletas desde 1991, foi contabilizado um total de 935 gafanhotos que puderam ser divididos em 26 espécies. Esta foi a maior quantidade de diferentes táxons encontrada numa única localidade. Tal diversidade pode estar ligada ao fato de que grande parte das coletas realizadas neste local foram focadas em áreas próximas da Estação Experimental de Itapirema, que pertence ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), localizado nesta cidade. O que pode indicar que as áreas próximas à estação possuem ambientes florestais preservados que são propícios para o estabelecimento dessas espécies. Ademais, esta foi a única área do levantamento onde um espécime de *Osmiliola aurita* foi encontrado.

Buíque e Igarassu apresentaram características inversas quanto a sua abundância e diversidade de espécies. Enquanto que Buíque apresentou um total de 671 indivíduos analisados e apenas 18 espécies identificadas, Igarassu exibiu uma abundância menor, 386 gafanhotos, mas também foi possível perceber 24 espécies distintas. Este número elevado demonstra uma biodiversidade bastante elevada neste último município. É válido destacar que em Igarassu está localizado o Refúgio Charles Darwin, uma área de preservação da Mata Atlântica onde foram realizadas a maioria das coletas no município, o que pode explicar a alta diversidade de espécies encontradas no local semelhante a outros municípios que também possuem reservas. Além disso, *Ommexecha virens* foi a espécie de maior abundância em Buíque, com 215 indivíduos registrados, seguida por *Xestotrachelus robustus* com 111, sendo esta cidade onde está localizada a sua principal região de endemismo. Enquanto que em Igarassu, *Abracris flavolineata* foi a de maior abundância, com 79 gafanhotos.

As cidades de Surubim, onde foram coletados 764 gafanhotos, e Bezerros, onde foram obtidos expressivos 1067 indivíduos, possuem resultados semelhantes tanto na quantidade de espécies encontradas em ambos os locais, 14 e 16 respectivamente, quanto nas duas espécies mais representativas nesses

municípios. Estas espécies foram as mesmas: *Rhammatocerus brasiliensis* e *Xyleus discoideus angulatus*. Em Surubim foram adquiridos um total de 254 *R. brasiliensis* e 169 *Xyleus d. angulatus* enquanto que em Bezerros foi constatada uma notável fartura do gafanhoto do gênero *Rhammatocerus*, 444, em conjunto com 255 exemplares do gênero *Xyleus*.

A Ilha de Itamaracá, apesar do número relativamente reduzido de insetos obtidos, 286, apresentou 19 espécies distintas em comparação com outros municípios como Rio Formoso, por exemplo. Nesta última cidade foram identificados um total de 387 gafanhotos divididos em 13 espécies. Em Itamaracá, *Rhammatocerus brasiliensis* foi a mais representativa da ilha (incluindo amostras da Coroa do Avião), com 127 indivíduos identificados.

No município de Parnamirim, foram coletados 148 gafanhotos, dos quais 121 são pertencentes à espécie *Radacridium nordestinum*, tornando essa área um dos locais de maior abundância desta espécie. Os 27 indivíduos restantes compreendem apenas 6 outras espécies, o que configura Parnamirim como um dos municípios de menor diversidade do levantamento de Pernambuco. Essa observação pode ser explicada pelo fato de Parnamirim está localizada no sertão nordestino, uma área caracterizada pelo clima semiárido e por períodos de estiagem longos e frequentes. Tais condições climáticas impossibilitam que espécies que não possuam adaptações para suportar essas condições ambientais consigam se estabelecer na região.

Os municípios de João Alfredo, Lagoa do Carro, Vitória de Santo Antão e Bonito, apresentaram uma abundância e diversidade de insetos capturados bastante semelhantes entre eles. Todos obtiveram menos de 300 exemplares e um número máximo de 14 espécies em todos estes locais. O gafanhoto romaleídeo *Xyleus discoideus angulatus* foi a espécie mais predominante em Lagoa do Carro e João Alfredo.

Nas demais localidades apontadas no mapa de Pernambuco, como Jaboatão dos Guararapes, Petrolina e Itapissuma, por exemplo, foram coletados e identificados menos de 100 gafanhotos.

Sendo assim, diante do que foi obtido em conjunto com as informações que foram possíveis resgatar, infere-se que o principal motivo para a abundância destas espécies, bem como a sua variedade, se dá principalmente pelo clima e vegetação diversos encontrados no estado de Pernambuco. Tal variedade de biomas e tipos vegetativos contribuem para a adaptação e diversificação da fauna. Foi possível

notar que *Rhammatocerus brasiliensis* foi a espécie de maior representatividade, com 2941 indivíduos, o que confirma a ampla distribuição característica desta espécie no estado (Melo, 2019). Os municípios de Serra Talhada, Toritama e Chã Grande, juntos, compreendem as localidades com populações bastante significativas de *Rhammatocerus brasiliensis*, com 243, 185, e 55 indivíduos respectivamente. Além disso, esta espécie constitui-se em um caso curioso de taxonomia, pois pode ser dividida em dois morfotipos distintos: um considerado típico e outro atípico (Melo, 2019). Onde tipicamente a espécie possui como característica principal a presença de uma faixa branca na superfície dorsal do seu pronoto que divide duas áreas laterais escuras, enquanto que os *R. brasiliensis* atípicos dispõem de um pronoto de cor uniforme, com ausência da faixa branca. No levantamento completo foram obtidos somente 126 indivíduos atípicos.

**Figura 6** - Um gafanhoto macho da espécie *Rhammatocerus brasiliensis*.



Fonte: Celso A. Ferreira-Neto (2019)

A espécie *Cornops aquaticum* (Brunner) é definida pelo seu hábito semi-aquático, sendo nativa da bacia amazônica e tendo como principais plantas hospedeiras as espécies *Eichhornia crassipes*, *E. azurea*, *Pontederia cordata* e *P. lanceolata* (Silva *et al.*, 2010). O fato do único local de sua ocorrência no levantamento ter sido na cidade de São Lourenço da Mata pode ser explicado pela cobertura vegetal original deste município ser de vegetação característica da mata atlântica (Almeida e Câmara, 2008), como foi apontado anteriormente. Os espécimes desta espécie foram coletados na Represa Tapacurá e na Reserva

Ecológica de Tapacurá, o que torna esta região um ambiente úmido e alagado propício para a sobrevivência das principais plantas aquáticas dos quais o *C. aquaticum* se alimenta. A carência de informações com relação à espécie *Stenopola pallida*, torna inviável de serem feitas análises a respeito do único exemplar encontrado em São Lourenço da Mata.

Assim como foi relatado anteriormente, no município de Cabo de Santo Agostinho foram coletados quase todos os indivíduos da espécie *Orthoscapheus rufipes* presentes no levantamento, 85 dos 90 gafanhotos desse táxon. A espécie é encontrada apenas no nordeste brasileiro, sendo a cidade um dos seus locais de ocorrência (Carbonell, 1996). *O. rufipes* aparenta ter uma capacidade de habitar ambientes muito diversos, sendo encontrado na Mata Atlântica úmida do litoral, nas florestas ressecadas do agreste e também nas regiões mais áridas da caatinga (Carbonell, 1996). Desse modo, o alto endemismo desta espécie nesta localidade segue um padrão esperado.

*Radacridium mariajoseae* foi uma espécie descoberta pela primeira vez no agreste pernambucano, um bioma de transição entre a mata atlântica úmida e a caatinga árida (Carbonell, 1994), onde os municípios de Caruaru e Bezerros estão localizados. Por esse motivo, essas duas cidades se tornaram os principais pontos de coleta do *R. mariajoseae*, registrando uma grande abundância da espécie.

O levantamento de dados de Pernambuco contou com uma grande abundância e diversidade, resultando num total de 52 espécies distintas identificadas. As famílias Acrididae e Romaleidae foram as principais famílias encontradas no estudo. É possível observar que houve a presença de duas espécies: *Omalotettix obliquus* e *Schistocerca flavofasciata* que foram coletadas exclusivamente no estado de Pernambuco, o que pode ser um indicativo do alto endemismo dessas espécies na região pernambucana.

Do ponto de vista cariotípico, das 52 espécies listadas em Pernambuco, 46 já possuíam a descrição do número cromossômico e mecanismo sexual, como pode ser visto na Tabela 1. A espécie *Cylindrotettix riverae orientalis* foi descrita pela primeira vez no presente trabalho e apresentou o cariótipo  $2n=23$ , X0 em machos e  $2n=24$ , XX em fêmeas (Figura 7a-b). Já as espécies *Compsacris trepidus*, *Cylindrotettix d. dubis*, *Eujivarus meridionalis*, *Orphulla pagana* e *Scleratoscopia silvai*, apesar de terem sido registradas nos livros de coleta, não foi possível encontrar exemplares para a produção de lâminas devido à baixa quantidade de

indivíduos de cada uma dessas espécies nos bancos de dados, o que dificulta a sua localização. Também vale destacar que, pelo fato desses espécimes serem provenientes de coletas antigas (1991 a 2000), há uma diminuição da viabilidade das suas células germinativas que impossibilita a confecção de lâminas.

## 5.2. PARÁ

No estado do Pará foram coletados e analisados um total de 1.831 gafanhotos, onde foi observada uma grande variedade, uma média de 15 espécies por localidade. Foi identificada uma prevalência das espécies *Abracris flavolineata*, *Abracris dilecta* e também das pertencentes ao gênero *Orphulella* (*O. concinnula*, *O. paraguayensis* e *O. punctata*). Do mesmo modo, outra espécie comum foi a *Schistocerca matogrosso*, principalmente nos municípios de Abaetetuba, Ananindeua, Benevides, Santa Bárbara do Pará e Santa Izabel do Pará. A partir disso, foi realizado um levantamento de dados de todas as coletas nesse estado a fim de compreender melhor os motivos pelos quais as distribuições e prevalências ocorreram desta forma.

O Pará é quase todo caracterizado pelo predomínio de um clima equatorial e uma vegetação rica em biodiversidade, composta por mata de terra firme (floresta que não sofre por processos de alagamento), mata de várzea (floresta que sofre por períodos de alagamento sazonal), mangue, campos, cerrados e floresta amazônica. Na sua capital, Belém, foram coletados 85 gafanhotos e foram identificadas 8 espécies, onde *Metaleptea adspersa* e *Orphulella concinnula* compreenderam juntos a maior parte dos indivíduos capturados, com 40 e 30 gafanhotos, respectivamente. As coletas nesta região ocorreram nos meses de julho de 2009 e 2010, sem haver uma grande diferença de abundância entre as datas. Vale destacar que 62 indivíduos não foram possíveis de serem identificados a nível de espécie nesta localidade, sendo 31 pertencentes ao gênero *Orphulella* e 31 pertencentes à família *Acrididae*. Ainda na capital do Pará, está localizada a Ilha do Mosqueiro, um distrito administrativo do município, onde uma única coleta foi realizada no período de julho de 2010 e 6 indivíduos foram obtidos e analisados.

Os municípios de Ananindeua, Abaetetuba, Benevides, Capanema, Mojú, Santa Bárbara do Pará e Santa Izabel do Pará foram os locais que apresentaram as populações de gafanhotos com maior abundância e também a maior variedade de

espécies. Em Ananindeua foram coletados e identificados 176 indivíduos, onde mais da metade pertence à espécie *Schistocerca matogrosso*, com uma população de 104. Com relação a Benevides, foram encontrados e identificados 122 indivíduos, que foram divididos em 19 espécies. Nesta última cidade foram realizadas duas coletas com intervalo de um ano entre elas, julho de 2009 e 2010, onde foi possível observar uma diferença significativa entre elas, tanto na diversidade quanto na quantidade de gafanhotos coletados. Dessas espécies identificadas, apenas 6 estavam presentes em ambas as coletas, sendo *Abracris flavolineata* uma das poucas espécies que, além de ser coletada nos dois períodos de coleta, também obteve uma grande abundância nas duas, com 27 exemplares. Já em Capanema, foram coletados e identificados 106 insetos que foram divididos em 11 espécies, sendo *Compsacris pulcher* a espécie com maior abundância com 61 indivíduos.

Santa Izabel do Pará e Santa Bárbara do Pará foram as duas localidades com maiores populações e variedade de espécies. Em ambas as cidades também foram realizadas duas coletas com um ano de diferença, julho de 2009 e 2010, e assim como ocorreu em Benevides, houve divergência entre essas datas. A espécie *Abracris flavolineata* foi a mais abundante em ambos os municípios e nos dois anos de coleta com 53 e 120 gafanhotos, respectivamente. Em Santa Izabel foram coletados e identificados 176 indivíduos divididos em 18 espécies onde, destas, somente quatro estavam presentes nas duas coletas: *A. flavolineata*, *Locheuma brunneri*, *Metaleptea adspersa* e *Mastusia quadricarinata*. Enquanto que em Santa Bárbara do Pará, 240 gafanhotos foram obtidos e analisados, sendo estes exemplares também membros de 18 espécies distintas. Vale mencionar que *Orphulella concinnula*, mesmo possuindo uma quantidade menor de indivíduos, 34, ainda assim esteve presente nas duas coletas sem uma grande discrepância entre elas.

Dentro de Santa Bárbara do Pará, uma das áreas de maior abrangência das coletas foi Paricatuba que dentre todos os indivíduos, 52 foram coletados neste local. Enquanto isso, Abaetetuba e Mojú tiveram, respectivamente, 88 e 75 insetos coletados e identificados. Apesar de apresentarem uma menor quantidade de gafanhotos que os outros locais de coleta citados anteriormente, suas diversidades foram umas das maiores, apresentando 15 e 17 espécies cada uma. *A. flavolineata* foi a espécie com maior representatividade em Abaetetuba e a segunda em Mojú, ficando atrás somente de *Tropidacris collaris*.

Nas demais localidades apontadas no mapa do Pará (Figura 4), foi possível identificar menos de 90 indivíduos, mas ainda assim é notável a existência de uma grande multiplicidade de espécies, bem como de quantidade.

Diante do que foi apresentado, é possível que a distribuição dessas espécies de Orthoptera, bem como as suas populações, estão influenciadas principalmente pelo clima e vegetação da região. O clima equatorial e a vegetação rica e diversificada, abordados anteriormente, contribuem para a diversificação da fauna no estado do Pará. Também é notável que *Abracris flavolineata* foi uma das espécies de maior prevalência na grande maioria dos municípios. Tal predominância pode ser explicada pelas características ecológicas deste clado, que se alimenta de uma grande variedade vegetal além de viver em plantas lenhosas e herbáceas de pequeno porte, sendo o ambiente florestal do Pará bastante propício para sua sobrevivência.

A vegetação de Santa Bárbara do Pará, a localidade de maior população e diversidade, é determinada pela presença de plantas arbóreas de grande porte compostas por espécies lenhosas e palmeiras, cipós e dossel não contínuo (Santos e Jardim, 2006). Dessa maneira, é perceptível que esta região exibe as características ideais para proporcionar uma boa abundância, principalmente de *A. flavolineata*, como foi citado anteriormente.

O levantamento de dados do Pará resultou num total de 37 espécies distintas, pertencentes principalmente às famílias Acrididae e Romaleidae. Do ponto de vista cariotípico, 35 já possuíam a descrição dos seus cromossomos e mecanismo sexual conhecidos, como pode ser visto na Tabela 1. A espécie *Poecilocloeus modestus* foi descrita pela primeira vez no presente trabalho e exibiu o cariótipo  $2n = 23, X0$  em machos e  $2n = 24, XX$  em fêmeas (Figura 7c-d). Não foi possível realizar a cariotipagem da espécie *Tucayca gracilis* pois não foram localizados os dois únicos espécimes coletados.

### 5.3. CEARÁ

Com relação ao Ceará, temos um estado marcado por um clima semiárido e tropical, com uma vegetação predominantemente de caatinga, mas também com áreas de restinga, salinas e mangues. Foram coletados 744 indivíduos no total, onde foi vista uma diversidade bem menor em comparação com o Pará com uma média

de 5 espécies por localidade, porém com uma abundância divergente deste último. Nesta região ocorreu uma prevalência das espécies *Schistocerca pallens*, *Rhammatocerus brasiliensis* e *Xyleus d. angulatus*, semelhante às mais abundantes de Pernambuco.

A capital do estado, Fortaleza, por ser uma cidade litorânea, possui uma vegetação predominante de mangue e restinga. Na coleta de julho de 2014, foram identificados apenas 8 indivíduos pertencentes a apenas duas espécies distintas: *Xyleus d. angulatus*, que compreendeu 6 espécimes e um único exemplar de *Dichroplus fuscus*. Ao contrário de Belém, a capital cearense não apresentou nem uma grande diversidade e nem uma alta quantidade de indivíduos. Contudo é destacável que as duas espécies apontadas pertencem às famílias *Romaleidae* e *Acrididae*, respectivamente.

Essa baixa diversidade e abundância encontrada em Fortaleza quando comparada com as cidades paraenses também é compartilhada pelos demais pontos de coleta do Ceará, sendo Juazeiro do Norte, Sobral e Barbalha as localidades que obtiveram maior destaque nas coletas.

Juazeiro do Norte foi o local que apresentou a maior população; nela foram realizadas duas coletas com um intervalo de dois anos entre elas, nos meses de julho de 2011 e 2013. Foram coletados e identificados 205 indivíduos que foram divididos em 10 espécies. Neste município, apenas quatro espécies estiveram presentes em ambas as coletas, sendo *Dichroplus fuscus*, *Rhammatocerus brasiliensis* e *Xyleus d. angulatus* as que, além de estarem presentes nas duas coletas, também foram as que apresentaram os maiores níveis de frequência com 48, 46 e 86 gafanhotos, respectivamente.

A população de Sobral não apresentou uma grande diversidade, apenas 5 espécies, contudo foi obtida uma quantidade razoável de gafanhotos, com 150 indivíduos coletados e analisados a nível de espécie. A espécie com a grande maioria de representantes foi *Rhammatocerus brasiliensis*, com 100 espécimes. Nesta localidade também foram feitas coletas que atingiram diferentes áreas, entre elas Apazível e Taparuaba, com 5 e 6 indivíduos coletados, respectivamente.

Com relação ao município de Barbalha, apesar de não ter sido um local onde houve uma extensa taxa de captura em relação às outras cidades cearenses citadas anteriormente, somente 68 indivíduos foram obtidos relativos a 8 espécies. O que configura umas das maiores biodiversidades de gafanhotos do Ceará, atrás apenas

de Juazeiro do Norte. No total, foram realizadas duas coletas com dois anos de intervalo entre elas, julho de 2011 e 2013. *Ommexecha virens* foi a espécie de maior prevalência, com 26 indivíduos, seguida por *Schistocerca pallens*, com 13 gafanhotos. Vale destacar que o Crato também apresentou uma variedade de oito espécies, contudo apresentou uma população bastante reduzida de 16 espécimes.

As demais cidades cearenses apontadas no mapa (Figura 3), obtiveram menos de 50 gafanhotos. O município de Cariré e Santana do Acaraú foram as únicas exceções, sendo coletados e identificados 65 indivíduos em Cariré, dos quais 55 são *R. brasiliensis*. Já em Santana do Acaraú, foram obtidos 71 gafanhotos, onde a principal espécie foi *Xyleus d. angulatus* que compreende 23 insetos.

Diante do apresentado, a menor diversidade de espécies no Ceará em comparação com o Pará deve-se ao fato de que as coletas no estado nordestino ocorreram em épocas de maior escassez hídrica aliada ao clima e vegetação da região de semiárido e caatinga, o que contribui para o padrão de distribuição encontrado. Mas, embora menos diverso que o Pará, foi observado a presença de outras duas famílias de gafanhotos: Proscopiidae e Ommexechidae, que não foram identificados no estado nortista. Além do mais, essas coletas também foram realizadas com um maior foco em espécies específicas como *Xyleus d. angulatus* para trabalhos citogenéticos do LGCAH, o que pode ser outro possível fator para a menor diversidade encontrada no levantamento do estado cearense. Apesar disso, é possível observar que no Ceará existe uma predominância de *R. brasiliensis* e *Xyleus d. angulatus* que pode ser explicada pela ampla distribuição dessas espécies no nordeste brasileiro e que se manteve constante durante este levantamento. A vegetação de Juazeiro do Norte, o município cearense com maior abundância e diversidade e também onde as duas espécies com maiores populações mencionadas aparecem com frequência, é caracterizado por uma floresta caducifolia espinhosa e um clima tropical semiárido (IPECE, 2012).

O levantamento de dados do Ceará resultou em um total de 18 espécies distintas identificadas. Do ponto de vista cariotípico, 17 já possuíam a descrição do número cromossômico e o mecanismo sexual conhecidos, como pode ser visto na Tabela 1. A espécie *Cylindrotettix r. orientalis*, como já apontada no levantamento de Pernambuco, também foi encontrada no Ceará e teve seu cariótipo descrito pela primeira vez neste trabalho (Figura 7a-b).

#### 5.4. BAHIA

A Bahia é um estado que possui uma grande variedade de climas e tipos vegetativos, resultado da sua vasta extensão territorial. Esse estado compreende uma extensa faixa litorânea que possui aproximadamente 200 km de extensão onde é possível encontrar mangues e restingas, ambientes que possuem uma forte influência do mar devido à sua proximidade (Menezes, 2007). Também é possível encontrar a mata atlântica, embora este último bioma já esteja bastante degradado nos dias atuais assim como em Pernambuco, restando somente alguns fragmentos preservados encontrados em reservas florestais e parques (Hirota e Pinto, 2021). No interior do estado, o clima tropical úmido dá lugar a um ambiente mais árido e com a presença de plantas xerófitas adaptadas aos longos períodos de estiagem da caatinga (SEMA, 2011).

Foram coletados um total de 1.082 gafanhotos, numa média de aproximadamente 9,6 espécies por localidade. As espécies encontradas com maior frequência nesse estado foram *Rhammatocerus brasiliensis*, *Ommexechea virens* e *Abracris dilecta*, o que demonstra uma diversidade e distribuição de espécies semelhante à encontrada em outros estados nordestinos. Entretanto, também foi possível observar a presença das espécies *Descampsacris serrulatum*, *Abila decampsi*, *Radacridium adamantinum* e *Zygoclistron sp.*, que não foram identificados em outros estados.

O município de Rio de Contas foi o local com o maior número de gafanhotos coletados da Bahia, apresentando 230 indivíduos identificados que podem ser divididos em 21 espécies distintas. Essas características populacionais tornam este local um dos ambientes mais diversificados em questão de espécies tanto da Bahia quanto das cidades de outros estados mais abundantes como Pernambuco e Pará. *Ommexechea virens* foi a espécie com o maior número de indivíduos coletados, 71 espécimes, seguida por *Abracris dilecta* com 55 indivíduos. Além disso, neste local foi identificado um único espécime de gafanhoto pertencente ao gênero *Zygoclistron* que possuía o sistema sexual do tipo Neo-X e Neo-Y, um sistema bastante raro em Orthoptera, mas que é característico desse gênero devido a translocações robertsonianas entre cromossomos autossômicos e sexuais que ocorreram no ancestral comum desse grupo (Mesa *et al.*, 1982).

Em contrapartida, em Sobradinho foi possível identificar 152 indivíduos pertencentes a somente 6 espécies distintas, sendo a espécie *Rhammatocerus brasiliensis* a principal contribuinte com 95 de todos os exemplares encontrados na localidade e responsável por 62,5% de todos os gafanhotos deste local. A partir dos dados obtidos dessas capturas, é perceptível que Sobradinho apresenta uma das áreas com menor diversidade de espécies de todos os municípios baianos analisados, apesar do número significativo de indivíduos coletados. É importante frisar que, além desses indivíduos citados, também foram coletados outros 70 gafanhotos, mas que não puderam ser identificados a nível de espécie.

Andaraí foi um outro município baiano que obteve uma diversidade mediana, com 9 espécies distintas identificadas, em contraste com o seu baixo número de indivíduos coletados: apenas 54 espécimes no total. A espécie *Tropidacris collaris* apresentou a maior população nessa área com 16 indivíduos, seguida por *Abila descampsi* com 9. Essa última espécie foi encontrada exclusivamente na Bahia, sendo Andaraí o estado com a maior concentração desses gafanhotos. Esta última espécie não possuía um cariótipo conhecido até o presente trabalho, onde foi realizada uma cariotipagem e descoberto que *Abila descampsi* compartilha o cariótipo ancestral da ordem Orthoptera:  $2n=23,X0$  em machos e  $2n=24,XX$  em fêmeas (Figura 7f).

Os municípios de Itaberaba e Mucugê apresentaram resultados semelhantes tanto quanto ao baixo número de indivíduos coletados, 43 e 40 espécimes respectivamente, quanto das diferentes espécies encontradas, sendo possível identificar 6 espécies em ambas as localidades. Os táxons mais representativos desses locais foram *Rhammatocerus brasiliensis* em Itaberaba, com 22 indivíduos, e *Ommexecha virens* em Mucugê, com 18 indivíduos. É válido destacar que o único local do levantamento onde foi encontrado um gafanhoto *Eutryxalis filata* foi a cidade de Mucugê.

Além disso, os municípios de Livramento de Nossa Senhora e Santo Estêvão expressaram as mesmas espécies mais frequentes encontradas em Mucugê e Itaberaba, *Ommexecha virens* e *Rhammatocerus brasiliensis* com 15 e 19 indivíduos respectivamente. Vale ressaltar que, apesar de *Radacridium adamantinum* não ter sido a espécie mais comum em Livramento de Nossa Senhora, sendo coletados apenas 9 indivíduos, este local foi o principal ponto de ocorrência deste gafanhoto que, assim como *Abila descampsi*, foi feita a primeira cariotipagem neste trabalho e

foi obtido um cariótipo típico de  $2n=23,X0$  em machos e  $2n=24,XX$  em fêmeas (Figura 7e).

As demais localidades do estado obtiveram um número de gafanhotos coletados inferior a 30 indivíduos. Porém, as principais espécies encontradas permaneceram consistentes com as apontadas em municípios onde foram realizadas coletas mais abrangentes: *R. brasiliensis* e *Ommexecha virens*. A grande distribuição dessas duas espécies no estado baiano (principalmente representado por localidades da Chapada Diamantina) pode indicar a sua adaptabilidade às condições ambientais encontradas nessas localidades que são semelhantes às identificadas em Pernambuco, onde também foi o local de maior abundância de *Rhammatocerus brasiliensis* em todo o levantamento.

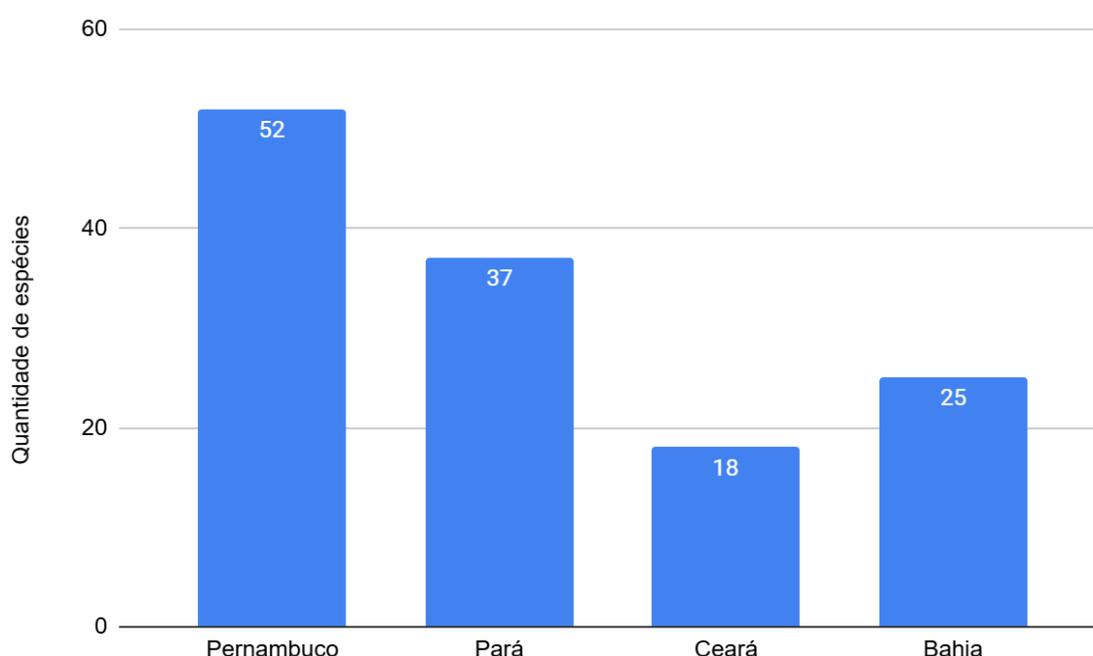
A relativa baixa diversidade de espécies de gafanhotos da Bahia em alguns municípios em comparação com outros locais em estados diferentes pode ser explicada por dois possíveis fatores. A primeira causa se dá devido a uma menor biodiversidade natural advinda das condições climáticas extremas de baixo índice pluviométrico características da caatinga, um bioma que se estende por 388.274 km<sup>2</sup> e abrange 54% do território baiano (SEMA, 2011), reduzindo o número de espécies que conseguem habitar estes locais com condições mais adversas. Além disso, outra possível explicação para a baixa diversidade encontrada é a pequena quantidade de gafanhotos coletados por município, sendo identificável apenas dois locais no estado onde foram coletados mais de 100 indivíduos, o que dificulta a identificação de espécies mais raras ou com uma distribuição reduzida.

O levantamento de gafanhotos da Bahia resultou num total de 25 espécies distintas. Com relação às suas informações cariotípicas, três não possuíam um cariótipo definido. Duas dessas espécies, *Abila descampsi* e *Radacridium adamantinum* tiveram sua primeira cariotipagem realizada neste trabalho, como foi citado anteriormente, e foi encontrada um cariótipo padrão  $2n=23,24 X0:XX$  para as duas (Figura 7 e-f). Além delas, também foi realizada a cariotipagem de *Zygoclistron sp.*, onde foi possível identificar um cariótipo  $2n=20 XX:XY$ .

A análise geográfica dos diferentes locais de coleta se mostrou de grande importância para um entendimento mais aprofundado a respeito da abundância e diversidade de espécies identificadas. Uma vez que é possível presumir que a diferença no número e variedade de espécies encontradas nos quatro estados do levantamento está fortemente relacionada aos fatores geográficos de ambientes tão

distintos entre si. Temos como principal exemplo disso o fato de que, embora o Ceará apresenta uma vegetação com um número menor de espécies que no Pará, foi registrado a presença de gafanhotos das famílias Proscopiidae e Ommexechidae que não foram observadas no estado nortista. É importante frisar que Acrididae, como já apontado por Carbonell em 1977, foi a família com a maior representatividade em todos os estados analisados.

**Figura 7** - Número total de espécies distintas identificadas nos estados de Pernambuco, Pará, Ceará e Bahia.



Fonte: Pereira (2024)

## 5.5. LEVANTAMENTO DE DADOS CARIOTÍPICOS

De forma geral, devido à grande conservação cariotípica característica dos Orthoptera, a imensa maioria das espécies apresentou o cariótipo ancestral do grupo de  $2n=23$ ,  $X_0$  em machos e  $2n=24$ ,  $XX$  em fêmeas (Mesa et al., 1982). Considerando o total de 74 espécies distintas levantadas neste trabalho, 61 possuíam o cariótipo padrão. Entretanto, também foram encontradas 13 espécies que diferem deste número cromossômico, como foi o caso de *Eujivarus fusiformis*, com um cariótipo de  $2n=21$ ,  $X_0$ , e *Stiphra robusta* com  $2n=19$ ,  $X_0$ , por exemplo. Considerando as 13 espécies de cariótipos derivados, a maioria delas pertence à

família Acrididae. Apenas três são representantes da família Proscopiidae, a qual se caracteriza por esta redução do número cromossômico e as outras duas pertencentes à família Pyrgomorphidae. O número cromossômico e os respectivos mecanismos sexuais das espécies de gafanhotos podem ser vistos na Tabela 1. Vale ressaltar que a espécie *Zygoclistron sp.* obtido no atual levantamento não só variou na redução do número cromossômico como também pela presença dos cromossomos Neo-X e Neo-Y (Figura 8). Esse cariótipo corrobora com o encontrado por Mesa (1982) em gafanhotos do gênero *Zygoclistron*, o que pode indicar que este sistema de determinação sexual é característico desse gênero, tendo ocorrido antes da especiação.

**Tabela 1** - Número cromossômico e mecanismo de determinação sexual em gafanhotos coletados nos estados de Pernambuco, Pará, Ceará e Bahia.

Família	Espécie	Estado	Número cromossômico	Mecanismo sexual	Ref.
Acrididae	<i>Abracris dilecta</i>	PE, PA, CE, BA	23, 24	X0, XX	[1]
	<i>Abracris flavolineata</i>	PE, PA, CE, BA	23, 24	X0, XX	[2]
	<i>Amblytropidia sp.</i>	PE, PA, CE, BA	23, 24	X0, XX	[1]
	<i>Baeacris punctulatus</i>	PE, BA	23, 24	X0, XX	[3]
	<i>Belosacris coccineipes</i>	PE, PA, CE	23, 24	X0, XX	[1]
	<i>Cauratettix borellii</i>	PE	23, 24	X0, XX	[4]
	<i>Chloropseuste leucotylos</i>	PA	23, 24	X0, XX	[11]
	<i>Compsacris pulcher</i>	PA	23, 24	X0, XX	[4]
	<i>Cornops aquaticum</i>	PE	23, 24	X0, XX	[5]
	<i>Cornops frenatum</i> f.	PE, PA	23, 24	X0, XX	[1]
	<i>Cylindrotettix obscurus</i>	PE, PA	23, 24	X0, XX	[4]
	<i>Cylindrotettix</i>	PE, CE,	23, 24	X0, XX	[13]

<i>riverae orientalis</i>	BA			
<i>Dichroplus fuscus</i>	PE, CE, BA	19, 20 / 23, 24	X0, XX	[1]
<i>Dichroplus punctulatus</i>	PE, BA	23, 24	X0, XX	[1]
<i>Eujivarus fusiformis</i>	PE	21, 22	X0, XX	[1]
<i>Eumastusia k. koebelei</i>	PE, PA	23, 24	X0, XX	[4]
<i>Eutryxalis filata</i>	BA	23, 24	X0, XX	[1]
<i>Eutryxalis sp.</i>	PE, BA	23, 24	X0, XX	[1]
<i>Lagidacris hebes</i>	PE	17, 18	X0, XX	[6]
<i>Leptysmia filiformis</i>	PA, BA	21, 22	X0, XX	[12]
<i>Locheuma brunneri</i>	PA	23, 24	X0, XX	[11]
<i>Machaeropeles rostratus</i>	PE, BA	23, 24	X0, XX	[1]
<i>Mastusia quadricarinata</i>	PA	23, 24	X0, XX	[1]
<i>Meloscirtus sp.</i>	PE	23, 24	X0, XX	[1]
<i>Metaleptea adpersa</i>	PE, PA, CE	23, 24	X0, XX	[1]
<i>Omalotettix obliquus</i>	PE, BA	21, 22	X0, XX	[1]
<i>Orphula sp.</i>	PE, PA, BA	23, 24	X0, XX	[1]
<i>Orphulella concinnula</i>	PA	23, 24	X0, XX	[1]
<i>Orphulella paraguayensis</i>	PE, PA, BA	23, 24	X0, XX	[11]
<i>Orphulella punctata</i>	PE, PA, CE, BA	23, 24	X0, XX	[1]
<i>Orthoscapheus rufipes</i>	PE	23, 24	X0, XX	[4]
<i>Poecilocloeus</i>	PA	23, 24	X0, XX	[13]

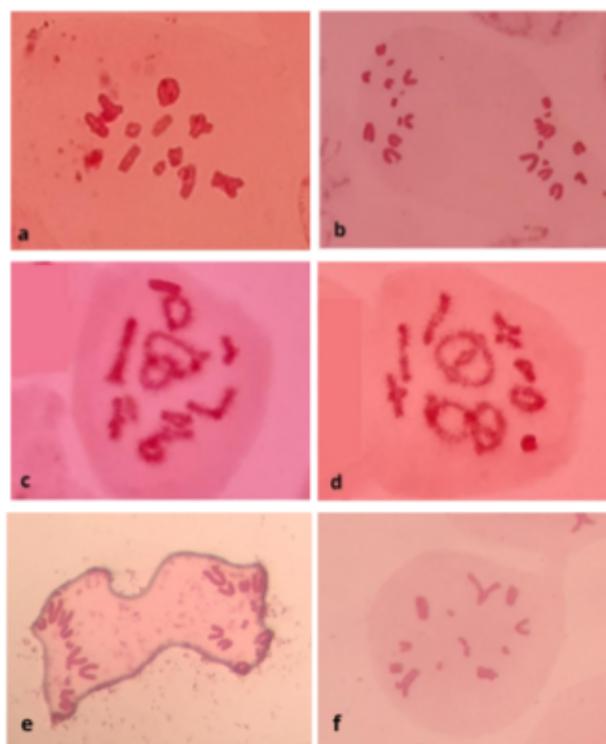
	<i>modestus</i>				
	<i>Psilocirtus olivaceus</i>	PA	23, 24	X0, XX	[1]
	<i>Rhammatocerus brasiliensis</i>	PE, CE, BA	23, 24	X0, XX	[7]
	<i>Schistocerca flavofasciata</i>	PE	23, 24	X0, XX	[1]
	<i>Schistocerca matogrosso</i>	PA	23, 24	X0, XX	[11]
	<i>Schistocerca pallens</i>	PE, CE, BA	23, 24	X0, XX	[1]
	<i>Sitalces dorsalis</i>	PA	23, 24	X0, XX	[1]
	<i>Stenacris megacephala</i>	PE	23, 24	X0, XX	[6]
	<i>Stenacris xanthochlora</i>	PE, PA	23, 24	X0, XX	[5]
	<i>Stenopola bohlsii</i>	BA	23, 24	X0, XX	[1]
	<i>Stenopola dorsalis</i>	PE, PA	23, 24	X0, XX	[1]
	<i>Stenopola pallida</i>	PE	21, 22	X0, XX	[1]
	<i>Stenopola surinama</i> p.	PA	23, 24	X0, XX	[11]
	<i>Tetraenia surinama</i>	PA	19, 20	X0, XX	[1]
	<i>Tucayaca parvula</i>	PE, CE	23, 24	X0, XX	[5]
	<i>Vilerna aenoculata</i>	PA	23, 24	X0, XX	[11]
	<i>Vilerna rugulosa</i>	PE	23, 24	X0, XX	[3]
	<i>Zygoclistron</i> sp.	BA	20	XY, XX	[13]
Ommexechidae	<i>Descampsacris serrulatum</i>	BA	23, 24	X0, XX	[1]
	<i>Ommexecha virens</i>	PE, CE, BA	23, 24	X0, XX	[1]
Pauliniidae	<i>Paulinia</i>	PE	23, 24	X0, XX	[1]

	<i>acuminata</i>				
Proscopiidae	<i>Scleratoscopia protopeirae</i>	PE	19, 20	X0, XX	[8]
	<i>Scleratoscopia spinosa</i>	PE	19, 20	X0, XX	[8]
	<i>Stiphra robusta</i>	PE, CE	19, 20	X0, XX	[3]
Pyrgomorphidae	<i>Algete brunneri</i>	PE, CE, BA	19, 20	X0, XX	[3]
	<i>Omura congrua</i>	PE, PA	19, 20	X0, XX	[1]
Romaleidae	<i>Abila bolivari</i>	PE	23, 24	X0, XX	[1]
	<i>Abila descampsi</i>	BA	23, 24	X0, XX	[13]
	<i>Agriacris auripennis</i>	PE	23, 24	X0, XX	[7]
	<i>Brasiliacris gigas</i>	PE	23, 24	X0, XX	[3]
	<i>Chromacris nuptialis</i>	PE	23, 24	X0, XX	[3]
	<i>Chromacris speciosa</i>	PE	23, 24	X0, XX	[1]
	<i>Epiprora hilaris</i>	PA	23, 24	X0, XX	[11]
	<i>Helionotus mirabilis</i>	PE	23, 24	X0, XX	[3]
	<i>Phaeoparia megacephala</i>	PE	23, 24	X0, XX	[9]
	<i>Prionolopha serrata</i>	PA	23, 24	X0, XX	[1]
	<i>Procolpia minor</i>	PA, CE	23, 24	X0, XX	[1]
	<i>Radacridium adamantinum</i>	BA	23, 24	X0, XX	[13]
	<i>Radacridium mariajoseae</i>	PE	23, 24	X0, XX	[10]
	<i>Radacridium nordestinum</i>	PE, CE, BA	23, 24	X0, XX	[10]
	<i>Tropidacris collaris</i>	PE, PA, CE, BA	23, 24	X0, XX	[1]
<i>Xestotrachelus</i>	PE, BA	23, 24	X0, XX	[1]	

	<i>robustus</i>					
	<i>Xyleus angulatus</i>	d.	PE, PA, CE, BA	23, 24	X0, XX	[1]

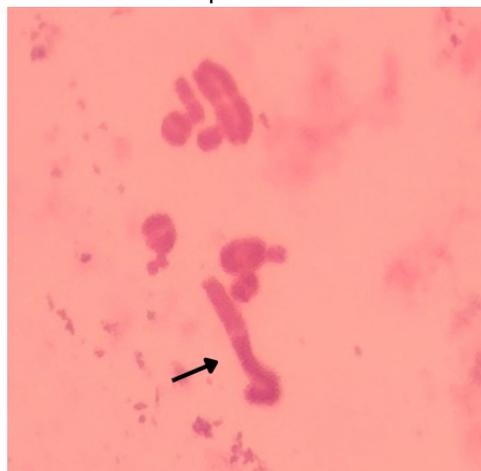
Fonte: 1. Mesa et al (1982); 2. Cella e Ferreira (1991); 3. Anjos (2014); 4. Silva-Neto et al. (2015); 5. De França Rocha, Souza e Moura (2004); 6. Mesa e Fontanetti (1983); 7. Milani et al. (2018); 8. Cabral-de-Mello et al. (2011); 9. Pereira e De Souza (2000); 10. Anjos, Loreto e Souza (2013); 11. Bernardino et al. (2013); 12. Silva (2019); 13. Presente estudo (2025).

**Figura 8** - Análise convencional de células meióticas em indivíduos de *Cylindrotettix riverae orientalis* (a, b), *Poecilocloeus modestus* (c, d), *Radacridium adamantinum* (e) e *Abila descampsi* (f). (a), células em metáfase, (b, e), células em anáfase I, (c, d, f), células em diplóteno.



Fonte: Pereira (2024)

**Figura 9** - Análise convencional de célula meiótica em diplóteno da espécie *Zygoclistron* sp. A seta está indicando o par sexual neo-X/neo-Y.



Fonte: Pereira (2024)

## 6. CONCLUSÃO

A partir deste trabalho foi possível obter o livro de registros digital referente a todos os gafanhotos coletados no LGCAH e realizar um levantamento faunístico de várias localidades dos estados de Pernambuco, Pará, Bahia e Ceará a partir das informações que ele descreve, além da análise cariotípica de espécies cujo número cromossômico não era conhecido.

Foram coletados um total de 18.661 gafanhotos em 121 municípios e foi possível identificar uma maior diversidade de espécies em estados que possuem um clima mais úmido e uma vegetação mais florestal de forma predominante como o Pará, com 37 espécies distintas, em comparação com estados compostos por tipos vegetacionais mais áridos como o Ceará, com apenas 18 espécies identificadas.

A análise do cariótipo de quatro espécies, *Cylindrotettix riverae orientalis*, *Poecilocloeus modestus*, *Abila descampsi* e *Radacridium adamantinum*, até então desconhecidos, permitiu confirmar que as mesmas possuíam o cariótipo padrão em Orthoptera  $2n=23,24 X0:XX$  em contraste com *Zygoclistron sp.*, que apresentou um cariótipo mais derivado,  $2n=20 XX:XY$ . Esses dados contribuem para uma listagem cariotípica mais ampla nas regiões analisadas e confirmam a grande prevalência do cariótipo basal em comparação com outros mais derivados, onde, de um total de 74 espécies, apenas 13 possuíam um cariótipo diferente.

Uma limitação do levantamento foi o baixo número de gafanhotos coletados nos estados de Alagoas, Paraíba, Piauí e Rio Grande do Norte. O que impossibilitou uma análise mais aprofundada das populações de gafanhotos encontrados nesses locais, sendo necessárias mais expedições de coleta para se ter uma melhor representatividade das espécies típicas destas regiões.

Apesar disso, o presente trabalho contribui de forma direta para futuros estudos faunísticos de gafanhotos realizados nos estados de Pernambuco, Ceará, Bahia e Pará, pois será possível analisar se a diversidade da fauna se manterá constante com o passar dos anos ou se haverá flutuações populacionais em decorrência de fatores naturais ou pela ação humana.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A.; CÂMARA, C. Distribution of grasshoppers (Orthoptera: Acridoidea) in the Tapacurá ecological station (São Lourenço da Mata, PE/Brazil). *Braz J Biol* [Internet]. 2008, fev; 68(1): 21–24. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842008000100004>. Acesso em: 26 out. 2024.
- ALMEIDA, A. V. de; LINARES, C. R. de A. List of grasshopper species (Orthoptera, Acridoidea) deposited at the Universidade Federal Rural de Pernambuco's Entomological Collection. *SITIENTIBUS série Ciências Biológicas*, v. 10, n. 2, p. 274–278, 2010. DOI: 10.13102/scb7973.
- AMEDEGNATO, C. Les genres dácridiens néotropicaux, leur classification par familles, sous-familles et tribus. *Acrida*, v. 3, p. 193-208, 1974.
- ANJOS, Allison Kleiton dos. **Dinâmica evolutiva dos clusters de pequenos RNAs nucleares (RNAsn) nos cariótipos de espécies de gafanhotos com ênfase em Acrididae**. Orientador: Diogo Cavalcanti Cabral-de-Mello. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas. Área de Concentração: Biologia Celular e Molecular) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/108663>. Acesso em: 13 fev. 2025.
- ANJOS, A.; LORETO, V.; SOUZA, M. J. de. Chromosome mapping of ribosomal genes and histone H4 in the genus *Radacridium* (Romaleidae). *Genetics and Molecular Biology*, v. 36, n. 3, p. 336-340, 2013. DOI: 10.1590/S1415-47572013005000026. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-47572013005000026>. Acesso em: 13 fev. 2025.
- BARRIENTOS, L. L. The present state of the locust and grasshopper problem in Brazil. *Journal of Orthoptera Research*, v. 4, p. 61-64, 1995.
- BERNARDINO, A. C. S.; BARROS, R. P.; GODINHO, L. R. B.; LORETO, Vilma. Karyotypic descriptions of neotropical grasshoppers species in the state of Pará, Brazil. In: 3ª Reunião Brasileira de Citogenética e IV Simpósio Latino-americano de Citogenética e Evolução, 2013, Guarujá.

BIDAU, Claudio. Patterns in Orthoptera biodiversity. I. Adaptations in ecological and evolutionary contexts. *Journal of Insect Biodiversity*, v. 2, p. 1-39, 2014. DOI: 10.12976/jib/2014.2.20.

BLACKMON, Heath; ROSS, Laura; BACHTROG, Doris. Sex determination, sex chromosomes, and karyotype evolution in insects. *Journal of Heredity*, v. 108, n. 1, p. 78–93, 1 jan. 2017. DOI: 10.1093/jhered/esw047.

BORRVALL, C.; EBENMAN, B.; JONSSON, T. J. Biodiversity lessens the risk of cascading extinction in model food webs. *Ecology Letters*, v. 3, p. 131-136, 2000. DOI: 10.1046/j.1461-0248.2000.00130.x.

BRAGA, C. E.; GUTJAHR, A. L.; MORAIS, J. Diversidade de gafanhotos (Orthoptera: Acridomorpha) de uma floresta primária da Amazônia Oriental. *Enciclopédia Biosfera*, v. 14, p. 948-958, 2017. DOI: 10.18677/EnciBio\_2017B81.

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. *Ciências Biológicas*, v. 14, p. 62, 2015. 62a Reunião Anual da SBPC.

CABRAL-DE-MELLO, D. C.; MARTINS, C.; SOUZA, M. J.; MOURA, R. C. Cytogenetic mapping of 5S and 18S rRNAs and H3 histone genes in 4 ancient Proscopiidae grasshopper species: contribution to understanding the evolutionary dynamics of multigene families. *Cytogenetic and Genome Research*, v. 132, n. 1-2, p. 89-93, 28 dez. 2011.

CARBONELL, Carlos S. New species of the genus *Radacridium* Carbonell 1984 (Acridoidea: Romaleidae: Romaleinae) from the Brazilian Northeast. *Journal of Orthoptera Research*, n. 5, p. 37-41, 1996. Disponível em: JSTOR. Acesso em: 21 out. 2024.

CARBONELL, Carlos S. Origin, evolution and distribution of the Neotropical Acridomorph fauna (Orthoptera): A preliminary hypothesis. *Revista De La Sociedad Entomológica Argentina*, 36: 153-175. 1977.

CARBONELL, Carlos S. Revision of the genus *Orthoscapheus* Bruner 1906, with description of a new species (Acrididae, Ommatolampinae, Abracrini). *Journal of Orthoptera Research*, n. 5, p. 29-36, 1996. Disponível em: JSTOR.

CASTILLO, Elio Rodrigo; MARTI, Dardo Andrea; BIDAU, Claudio Juan. Sex and Neo-Sex Chromosomes in Orthoptera: A Review. *Journal of Orthoptera Research*, v. 19, n. 2, p. 213-231, 1 dez. 2010.

CELLA, D. M.; FERREIRA, A. The cytogenetics of *Abracris flavolineata* (Orthoptera, Caelifera, Ommatolampinae, Abracrini). *Revista Brasileira de Genética*, v. 14, p. 315-329, 1991.

CERQUEIRA, R. Um sistema de monitoramento e inventário da biodiversidade terrestre do Brasil. In: GARAY, I.; DIAS, B. (Eds.). *Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais*. Petrópolis: Ed. Vozes, 2001. p. 385-398.

CIGLIANO, M. M.; BRAUN, H.; EADES, D. C.; OTTE, D. Orthoptera Species File. Version 5.0/5.0. [S.l.: s.n.], 2018. Disponível em: <http://Orthoptera.SpeciesFile.org>. Acesso em: 19 out. 2024.

DE FRANÇA ROCHA, M.; SOUZA, M. J. D.; MOURA, R. D. C. D. Karyotypic analysis, constitutive heterochromatin and NOR distribution in five grasshopper species of the subfamily Leptysminae (Acrididae). *Caryologia*, v. 57, n. 1, p. 107-116, 2004. DOI: 10.1080/00087114.2004.10589378. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00087114.2004.10589378>. Acesso em: 13 fev. 2025.

DE SOUZA, M. J.; DE O. HAVER, P. R.; DE MELO, N. F. Karyotype, C- and fluorescence banding patterns, NOR location and FISH in the grasshopper *Xestotrachelus robustus* (Romaleidae). *Caryologia*, v. 56, n. 3, p. 261-267, 2003. DOI: 10.1080/00087114.2003.10589333.

DESPLAND, E.; COLLETT, M.; SIMPSON, S. J. Small-scale processes in desert locust swarm formation: how vegetation patterns influence gregarization. *Oikos*, v. 88, p. 652-662, 2000. DOI: 10.1034/j.1600-0706.2000.880322.x.

DURANTON, J.; LAUNOIS, M.; LAUNOIS-LUONG, M.; LECOQ, M. *Manuel de prospection acridienne en zone tropicale sèche - Volume 1*. 1982.

FUJIHARA, R. T. et al. *Insetos de importância econômica: guia ilustrado para identificação de famílias*. 2011. 391 p. Editora FEPAF.

GALLO, D. et al. *Entomologia agrícola*. 2002. 920 p. Piracicaba: SEALQ.

GANHO, N. G.; MARINONI, R. C. Fauna de Coleoptera no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil: abundância e riqueza das famílias capturadas através de armadilhas malaise. *Revista Brasileira de Zoologia*, [S. l.], v. 20, n. 4, p. 727-736, dez. 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-81752003000400028>. Acesso em: 19 out. 2024.

GWYNNE, Darryl T. Phylogeny of the Ensifera (Orthoptera): a hypothesis supporting multiple origins of acoustical signalling, complex spermatophores and maternal care in crickets, katydids, and weta. *Journal of Orthoptera Research*, n. 4, p. 203-218, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/3503478>. Acesso em: 22 out. 2024.

HAMMOND, P. M. Practical approach to the estimation of the extent of biodiversity in speciose groups. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, v. 345, p. 119-136, 1994.

HIROTA, Marcia; PINTO, L. F. G. As florestas são um patrimônio da Bahia e precisam ser protegidas. *SOS Mata Atlântica*. 2021. Disponível em: <https://sosma.org.br/artigos/as-florestas-sao-um-patrimonio-da-bahia-e-precisam-ser-protegidas>. Acesso em: 11 fev. 2025.

HUMPHREY, J. W.; HAWES, C.; PEACE, A. J.; FERRIS-KAAN, R.; JUKES, M. R. Relationships between insect diversity and habitat characteristics in plantation forests. *Forest Ecology and Management*, Amsterdã, v. 113, p. 11-21, 1999.

INPE. *SOS Mata Atlântica e INPE lançam novos dados do Atlas do bioma*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2019. Disponível em: [http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod\\_Noticia=5115](http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5115). Acesso em: 2 jan. 2025.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. *Perfil básico municipal – Juazeiro do Norte*. 2012. p. 5.

LEWINSOHN, M. T. Esboço de uma estratégia abrangente de inventários de biodiversidade. In: GARAY, I.; DIAS, B. (Eds.). *Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais*. Petrópolis: Ed. Vozes, 2001. p. 376-384.

LIMA, Dárdano de Andrade. *Estudos fitogeográficos de Pernambuco*. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônoma, Recife, v. 4, p. 243-274, 2007.

LOPÉZ, H. et al. Sound production mechanism in pamphagid grasshoppers (Orthoptera). *Journal of Zoology*, v. 275, n. 1, p. 1-8, 2008. doi: 10.1111/j.1469-7998.2007.00394.x.

LORETO, V. et al. Comparative analysis of rDNA location in five Neotropical gomphocerine grasshopper species. *Genetica*, v. 132, n. 1, p. 95-101, jan. 2008. DOI: 10.1007/s10709-007-9152-7. Epub 2007 mai 8. PMID: 17486415.

MARSHALL, Stephen A. *Beetles: The natural history and diversity of Coleoptera*. Buffalo, New York; Richmond Hill, Ontario: Firefly Books, 2018.

MELO, Adriana de Souza. **Origem e dispersão do cromossomo B de *Rhammatocerus brasiliensis* (Orthoptera - Acrididae)**. Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Rita de Cássia de Moura. 2019. Tese (Doutorado em Genética) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/35322>. Acesso em 14 fev. 2025.

MENEZES, C. M. **A vegetação de restinga no litoral norte da Bahia, influência da evolução quaternária da zona costeira: Estudo de caso Fazenda Riacho das Flores, Mata de São João, Bahia**. Orientador: Phd. José Maria Landim Dominguez. 2007. Dissertação (Pós-Graduação em Geologia, Área de Concentração em

Geologia Costeira e Sedimentar) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/21903>. Acesso em: 11 fev. 2025.

MESA, A. Acerca de la cariólogía de Ormnexechidae (Orthoptera, Acridoidea). *Revista de la Sociedad Uruguaya de Entomología*, Montevideo, v. 5, p. 37-43, 1963.

MESA, A.; FERREIRA, A.; CARBONELL, C. S. Cariologia de los acridoideos neotropicales: estado actual de su conocimiento y nuevas contribuciones. *Annales de la Société Entomologique de France (Nouvelle Série)*, v. 18, p. 507-526, 1982.

MESA, A.; Fontanetti, C. S. Karyotypes of 9 brazilian species of acridids (Orthoptera, Acridoidea). *Revista Brasileira de Genética. Ribeirao Pret: Soc Brasil Genética*, v. 6, n. 2, p. 295-305, 1983.

MILANI, D. *et al.* Satellite DNAs unveil clues about the ancestry and composition of B chromosomes in three grasshopper species. *Genes*, v. 9, p. 523, 2018. DOI: 10.3390/genes9110523. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/genes9110523>. Acesso em: 13 fev. 2025.

NETO, Marcos S. Regueira; SOUZA, Maria José De; LORETO, Vilma. Chromosomal evolution of rDNA and H3 histone genes in representative Romaleidae grasshoppers from northeast Brazil. *Molecular Cytogenetics*, v. 6, p. 1-7, 2013. <https://doi.org/10.1186/1755-8166-6-41>.

NUNES-GUTJAHR, A. L.; BRAGA, C. E. de S. Análise faunística de gafanhotos Acridoidea da Volta Grande do Rio Xingu, área de influência direta da Hidrelétrica Belo Monte, Pará, Brasil. *Ciência Rural*, [S.l.], v. 45, n. 7, p. 1220-1227, jul. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20120442>. Acesso em: 11 dez. 2024.

OTTE, D. Orthoptera Species File 2. Grasshoppers (Acridomorpha) A. Eumastacoidea, Trigonopterygoidea, and Pneumoroidea. *Philadelphia: The Orthopterists' Society and the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 1994.

PALACIOS-GIMENEZ, O. M.; MILANI, D.; LEMOS, B. *et al.* Uncovering the evolutionary history of neo-XY sex chromosomes in the grasshopper *Ronderosia bergii* (Orthoptera, Melanoplinae) through satellite DNA analysis. *BMC Evolutionary*

*Biology*, v. 18, p. 2, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12862-017-1113-x>. Acesso em: 21 nov. 2024.

PEREIRA, L. G.; DE SOUZA, M. J. Nature and distribution of constitutive heterochromatin and NOR location in the grasshopper *Phaeoparia megacephala* (Romaleidae: Orthoptera). *Cytobios*, v. 103, n. 403, p. 111-119, 2000. 11077973.

RAGGE, D. R. The song of the western European grasshoppers of the genus *Omocestus* in relation to their taxonomy (Orthoptera: Acrididae). *Bulletin of the British Museum of Natural History (Entomology)*, v. 53, p. 213-249, 1986.

ROCHA, Marília de França; MELO, Nataniel Franklin de; SOUZA, Maria José de. Comparative cytogenetic analysis of two grasshopper species of the tribe Abracrini (Ommatolampinae, Acrididae). *Genetics and Molecular Biology*, v. 34, n. 2, p. 214-219, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-47572011000200008>. Acesso em: 29 out. 2024.

ROCHA, M. F.; SOUZA, M. J.; TASHIRO, T. Karyotype Variability in the Genus *Radacridium* (Orthoptera, Romaleidae, Romaleinae). *Cytologia*, v. 62, n. 1, p. 53-60, 1997. <https://doi.org/10.1508/cytologia.62.53>.

SANTOS, G. C.; JARDIM, M. A. G. Florística e estrutura do estrato arbóreo de uma floresta de várzea no município de Santa Bárbara do Pará, Estado do Pará, Brasil. *Acta Amazonica*, v. 36, n. 4, p. 437-446, 2006.

SEMA, SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. *Bioma Caatinga é tema de discussão em pré-conferência na Bahia*. 2011. Disponível em: <https://www.ba.gov.br/meioambiente/noticia/2024-02/15661/bioma-caatinga-e-tema-d-e-discussao-em-pre-conferencia-na-bahia>. Acesso em: 3 fev. 2025.

SILVA, F. R. J. da; MARQUES, M. I.; BATTIROLA, L. D.; LHANO, M. G. Fenologia de *Cornops aquaticum* (Bruner) (Orthoptera: Acrididae) em *Eichhornia azurea* (Pontederiaceae) no norte do Pantanal de Mato Grosso. *Neotrop Entomol* [Internet].

2010, jul; 39(4): 535–542. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000400011>. Acesso em: 27 out. 2024.

SILVA-NETO, L. C.; BERNARDINO, A. C.; LORETO, V.; MOURA, R. C. Physical mapping of 18S and 5S rDNA loci and histone H3 gene in grasshopper species of the subfamily Gomphocerinae (Acrididae). *Genetics and Molecular Research: GMR*, v. 14, n. 4, p. 15008-15015, nov. 2015. DOI: 10.4238/2015.november.24.8. Disponível em: <https://doi.org/10.4238/2015.november.24.8>. Acesso em: 13 fev. 2025. PMID: 26634462.

Silva, R.T.A.G. **Caracterização Citogenética do gafanhoto *Leptysma filiformis* (Leptysmiinae-Acrididae)**. Orientadora: Vilma Loreto da Silva. 2019. Tese (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

SONG, H. et al. Evolution, diversification, and biogeography of grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). *Insect Systematics and Diversity*, v. 2, n. 4, p. 3, jul. 2018. DOI: 10.1093/isd/ixy008.

SOUZA, M. J.; SILVA-FILHA, M. H. N. Effects of extra chromosome segments on chiasma distribution in *Xyleus angulatus* (Orthoptera, Romaleidae). *Revista Brasileira de Genética*, v. 16, p. 23-33, 1993.

SOUZA, M. J.; KIDO, L.M.H. Variability of constitutive heterochromatin in karyotypes of representatives of the family Romaleidae (Orthoptera). *Revista Brasileira de Genética*, v. 18, n. 4, p. 517-520, 1995. <https://cir.nii.ac.jp/crid/1571417124053818368>.

STOCKEY, C.; ADAMS, N. F.; HARVEY, T. H.; DONOGHUE, P. C.; PURNELL, M. A. Dietary inference from dental topographic analysis of feeding tools in diverse animals. *Methods in Ecology and Evolution*, v. 13, p. 1464-1474, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13832>. Acesso em: 21 out. 2024.

STORK, Nigel E. How many species of insects and other terrestrial arthropods are there on Earth? *Annual Review of Entomology*, v. 63, p. 31-45, 2018. Disponível em: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:23755007>. Acesso em: 21 out. 2024.

TAFFAREL, Alberto; BIDAU, Claudio Juan; MARTI, Dardo Andrea. Chromosome fusion polymorphisms in the grasshopper, *Dichroplus fuscus* (Orthoptera: Acrididae: Melanoplinae): insights on meiotic effects. *European Journal of Entomology*, v. 112, n. 1, p. 11-19, 2015.

TOPAZ, C. M.; D'ORSOGNA, M. R.; EDELSTEIN-KESHET, L.; BERNOFF, A. J. Locust dynamics: behavioral phase change and swarming. *PLOS Computational Biology*, v. 8, n. 8, e1002642, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1002642>. Acesso em: 21 out. 2024.