



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA ANIMAL

GABRIEL ALLISSON DE FRANÇA CÂMARA

CARACTERIZAÇÃO CITOGENÉTICA E TAXONOMIA DOS ROEDORES
SIGMODONTÍNEOS DO PARQUE NACIONAL DO CATIMBAU-PE

Recife

2019

GABRIEL ALLISSON DE FRANÇA CÂMARA

CARACTERIZAÇÃO CITOGENÉTICA E TAXONOMIA DOS ROEDORES
SIGMODONTÍNEOS DO PARQUE NACIONAL DO CATIMBAU-PE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal de Pernambuco como pré-requisito obrigatório para a obtenção do título de mestre em Biologia Animal.

Área de concentração: Biologia Animal

Orientador: Prof. Dr. Diego Astúa de Moraes

Recife

2019

Catálogo na fonte:
Bibliotecária Claudina Queiroz, CRB4/1752

Câmara, Gabriel Allisson de França
Caracterização citogenética e taxonomia dos roedores
sigmodontíneos do Parque Nacional do Catimbau-PE / Gabriel
Allisson de França Câmara - 2019.
63 folhas: il., fig., tab.

Orientador: Diego Astúa de Moraes
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco.
Centro de Biociências. Programa de Pós-Graduação em Biologia
Animal. Recife, 2019.

Inclui referências.

1. Roedores 2. Citogenética 3. Caatinga
I. Astúa, Diego de Moraes (orient.) II. Título

599.3572

CDD (22.ed.)

UFPE/CB-2019-192

GABRIEL ALLISSON DE FRANÇA CÂMARA

CARACTERIZAÇÃO CITOGENÉTICA E TAXONOMIA DOS ROEDORES
SIGMODONTÍNEOS DO PARQUE NACIONAL DO CATIMBAU-PE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre Biologia Animal.

Aprovada em: 27/02/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Diego Astúa (Orientador)

Prof^a. Dr^a. Cláudia Rohde (Examinador Interno)

Prof^a. Dr^a. Vilma Loreto (Examinador Externo)

Prof. Dr. Martin Montes (Examinador Externo)

Dedico este trabalho aos animais que foram sacrificados em proveito da pesquisa científica.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo da minha vida, e não somente nestes anos como universitário, mas em todos os momentos. Por ter me concedido oportunidade de realizar meus objetivos de vida e por me proporcionar coisas boas, como minha família e amigos.

Aos meus pais, Valéria e Genilson, minha irmã, Gabriela, pela força e incentivo para que eu pudesse concluir esta importante etapa.

Aos meus tios que me receberam em sua casa durante esses meses para que eu ficasse mais perto da universidade. Ao meu primo Alisson Renan e Vitória, pela paciência e generosidade que tornaram este trabalho possível.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Diego Astúa, pela paciência, ensinamentos, incentivos, correções e materiais cedidos, que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

À prof.^a Dr. Andrea Pedrosa Harand, pela disponibilização dos recursos e equipamentos do Laboratório de Citogenética e Evolução Vegetal para a execução da técnica de FISH.

À prof.^a Dr. Lena Geise por toda ajuda e aprendizado com os protocolos e dados morfológicos durante a visita ao Laboratório de Mastozoologia da UERJ que foram fundamentais neste trabalho.

À Universidade Federal de Pernambuco, pelos recursos, ao corpo docente, direção e administração que possibilitaram a janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes.

A todos que fazem ou fizeram parte do Laboratório de Mastozoologia que tornaram o LabMz um lugar especial para mim. Um agradecimento especial a Luana Santana pela força e incentivo que vem me acompanhando de perto.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por financiar o projeto, por ceder a bolsado Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) e o auxílio financeiro para que fosse possível a realização de parte deste trabalho.

“Não existe triunfo sem perda, não há vitória sem sofrimento, não há liberdade sem sacrifício.” (TOLKIEN, 1995)

RESUMO

Os roedores sigmodontíneos compõem a maior diversidade de gêneros e espécies de mamíferos da América do Sul. Grande parte das variações que delimitam espécies nesse grupo podem ser observadas através de técnicas citogenéticas e análises morfológicas. O presente estudo contribui para o entendimento da fauna pouco conhecida de roedores sigmodontíneos do Parque Nacional do Catimbau na região da Caatinga. O trabalho contou com um esforço amostral de 6720 armadilhas-noite, no qual foram capturados 18 espécimes de sigmodontíneos; um sucesso de captura de 0,23%. Foram capturadas três espécies: *Calomys mattevii*, *Rhipidomys cariri* e *Wiedomys pyrrhorhinos*. Para a abordagem citogenética foram utilizadas a análise convencional, bandeamento C, bandeamento por nitrato de prata e a técnica de Hibridização *in situ* fluorescente (FISH), utilizando sondas de DNAr 45S. Além disso, foram realizadas comparações morfológicas dos espécimes obtidos com dados da literatura. Foram observadas diferenças quanto ao número de braços cromossômicos, padrões de banda C e contagem de RONS nas espécies analisadas. A técnica de FISH mostrou um par de cromossomos acrocêntricos portadores da sequência 45S em *C. mattevii* e *Rhipidomys cariri*, já em *W. pyrrhorhinos* foi um par submetacêntrico e um metacêntrico. Também foram observadas variações morfológicas na espécie *W. pyrrhorhinos* e *C. mattevii*. Este estudo ilustra as variações e diversidade citogenética e morfológica intraespecífica e interespecífica de roedores sigmodontíneos na Caatinga, e denota a importância da conservação do PARNA Catimbau para manter essas linhagens de roedores.

Palavras-chave: Caatinga. Citogenética. PARNA Catimbau. Morfologia. Sigmodontinae.

ABSTRACT

Sigmodontine rodents make up the largest diversity of mammalian genera and species in South America. Most of the variations that delimit species in this group can be observed through cytogenetic techniques and morphological analyzes. The present study contributes to the understanding of the little-known fauna of rodents sigmodontines of the Catimbau National Park in the Caatinga region. The work had a sample effort of 6720 traps-night, in which 18 specimens of sigmodontines were captured; a success rate of 0.23%. Three species were captured: *Calomys mattevii*, *Rhipidomys cariri*. and *Wiedomys pyrrhorhinos*. For cytogenetic analyses, conventional techniques, C-banding, silver nitrate banding and a fluorescent in situ hybridization (FISH) technique using 45S rDNA probes were used. In addition, morphological comparisons of the specimens obtained with data from the literature were performed. Differences were observed between chromosome patterns, band patterns and RON counts in the analyzed species. The FISH technique showed a pair of acrocentric chromosomes carrying the sequence 45S in *C. mattevii* and *R. cariri*, already in *W. pyrrhorhinos* was a submetacentric pair and a metacentric. Morphological variations were also observed in the species *W. pyrrhorhinos* and *C. mattevii*. This study illustrates the intraspecific and interspecific cytogenetic and morphological characteristics and diversity of sigmodontine rodents in the Caatinga, and is of importance for the conservation of PARNA.

Keywords: Caatinga. Cytogenetics. PARNA Catimbau. Morphological. Sigmodontinae.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Localização geográfica das parcelas de amostragem no Parque Nacional do Catimbau (Destaque em vermelho)	25
Figura 2 –	Representação das medidas cranianas utilizados nas análises e descritos na Tabela 1 em Vista dorsal, ventral e lateral do crânio; e imagem e lateral da mandíbula	28
Figura 3 –	Cariótipo de <i>Calomys mattevii</i> (2n=66 e NF= 70) por coloração convencional. Em destaque o par de cromossomos sexuais de um macho desta espécie	30
Figura 4 –	Padrão de bandeamento C de <i>Calomys mattevii</i> macho (2n=66 e NF=70)	31
Figura 5 –	Metáfase de <i>Calomys mattevii</i> (2n=66 e NF=70) macho submetida a bandeamento Ag-RON. Setas indicam os cromossomos portadores de sítios de DNAr ativos	32
Figura 6 –	Metáfase de cromossomos de <i>Calomys mattevii</i> fêmea após hibridização com sondas de DNAr 45S. Em destaque (setas vermelhas) são mostrados os pares de cromossomos portadores da sequência	33
Figura 7 –	Crânio e mandíbula de <i>Calomys mattevii</i> coletado no PARNA Catimbau. Vista dorsal, ventral e lateral do crânio; e imagem e lateral da mandíbula	34
Figura 8 –	Cariótipo de <i>Wiedomys pyrrhorhinos</i> do citótipo A (2n=62 e NF= 84) por coloração convencional. Em destaque o par de cromossomos sexuais de um macho desta espécie	35
Figura 9 –	Cariótipo de <i>Wiedomys pyrrhorhinos</i> do citótipo B (2n=62 e NF= 82) por coloração convencional	36
Figura 10 –	Padrão de bandeamento C de <i>Wiedomys pyrrhorhinos</i> fêmea do citótipo A (2n=62 e NF=82). A seta indica a presença de um bloco de heterocromatina constitutiva polimórfico no cromossomo X. Em destaque o par de cromossomos sexuais de uma fêmea desta espécie	37
Figura 11 –	Padrão de bandeamento C em <i>Wiedomys pyrrhorhinos</i> fêmea do citótipo B (2n=62 e NF= 84). A seta indica a presença de um bloco de heterocromatina constitutiva polimórfico no cromossomo X	38
Figura 12 –	Metáfase de <i>Wiedomys pyrrhorhinos</i> (2n=62 e NF=82) macho do citótipo A submetida a bandeamento Ag-RON. Setas indicam cromossomos portadores de sítios de DNAr ativos	39

Figura 13 –	Metáfase de <i>Wiedomys pyrrhorhinos</i> fêmea do citótipo A (2n=62, NF=82) após hibridação <i>in situ</i> com a sonda de DNAr 45S. Em destaque pelas setas vermelhas os pares portadores da sequência	40
Figura 14 –	Crânio e mandíbula de <i>Wiedomys pyrrhorhinos</i> coletado no PARNA Catimbau. Crânio em vista dorsal, ventral e lateral e mandíbula em vista lateral. Vista dorsal, ventral e lateral do crânio; e imagem e	41
Figura 15 –	Cariótipo de <i>Rhipidomys cariri</i> (2n=44 e NF= 50) por coloração convencional. Em destaque o par de cromossomos sexuais de um macho desta espécie	42
Figura 16 –	Padrão de bandeamento C em metáfase de <i>Rhipidomys cariri</i> 2n=44 e NF= 50	43
Figura 17 –	Metáfase de <i>Rhipidomys cariri</i> (2n=44 e NF=50) macho submetida a bandeamento Ag-RON. As setas indicam cromossomos portadores de sítios de DNA ribossomal ativos	44
Figura 18 –	Metáfase de <i>Rhipidomys cariri</i> (2n=44, NF=50) após hibridação <i>in situ</i> com a sonda de DNAr 45S. Em destaque (setas vermelhas) estão indicados os pares de cromossomos portadores da sequência	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Medidas cranianas, numeração e respectivas referências em crânio de sigmodontinae	27
Tabela 2 –	Listagem de espécies capturadas no estudo com suas respectivas localidades	29

LISTA DE ABREVIATURAS

2n	número diploide
2xSSC	Citrato de sódio salino
AgNO₃	Nitrato de prata
AgRON	Complexo prata – região organizadora de nucléolo
Ba(OH)₂	Hidróxido de bário
DAPI	4',6-diamino-2-fenilindol
DNA	Deoxyribonucleic acid (ácido desoxirribonucleico)
DNA_r	DNA ribossomal
FISH	Hibridização <i>in situ</i> fluorescente
HC	Heterocromatina
HCl	Ácido Clorídrico
NF	Número fundamental de braços autossômicos
RNA	Ácido ribonucleico
RNA_r	RNA ribossômico
RON	Região organizadora de nucléolo
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
X	Cromossomo sexual X
Y	Cromossomo sexual Y

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	CITOGENÉTICA DE ROEDORES.....	20
1.2	OBJETIVOS.....	23
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	24
2.1	LOCAL DE ESTUDO	24
2.2	AMOSTRAGEM	24
2.3	ANÁLISE CITOGENÉTICA CLÁSSICA.....	25
2.4	BANDEAMENTO C.....	25
2.5	IMPREGNAÇÃO POR NITRATO DE PRATA (AGNO ₃).....	26
2.6	HIBRIDIZAÇÃO <i>IN SITU</i> FLUORESCENTE	26
2.7	ANÁLISE MORFOLÓGICA	27
3	RESULTADOS.....	28
3.1	COLETA.....	28
3.2	ANÁLISES CITOGENÉTICAS.....	29
3.2.1	<i>Calomys mattevii</i>.....	29
3.2.2	<i>Wiedomys pyrrhorhinos</i>	34
3.2.3	<i>Rhipidomys cariri</i>.....	41
3.3	ANÁLISE MORFOMÉTRICA	45
4	DISCUSSÃO	46
4.1	COLETA.....	46
4.2	CALOMYS MATTEVII.....	47
4.3	WIEDOMYS PYRRHORHINOS	49
4.4	RHIPIDOMYS CARIRI	52
5	CONCLUSÕES	55
	REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO

A Ordem Rodentia Bowdich, 1821 é composta em sua maioria por animais de pequeno porte e herbívoros, mas podem chegar até cerca de 70kg e possuir dietas especializadas em invertebrados ou fungos. Cerca de 42% da diversidade de espécies e 39% dos gêneros de mamíferos descritos até hoje são roedores, assim sendo, estes formam o maior grupo dentro dos mamíferos; ocorrendo em quase todos os continentes, com exceção da Antártida e de algumas ilhas oceânicas (PATTON et al., 2015). Todos os roedores são facilmente reconhecíveis devido aos dois pares de dentes incisivos, um par na mandíbula e outro na maxila, de crescimento contínuo seguido por um diastema e em seguida dentes molares ou pré-molares. Dada a variedade de adaptações morfológicas e ecológicas dentre as espécies, os roedores podem ocupar diferentes nichos ecológicos, podendo ser encontrados em ambientes desérticos, aquáticos ou subterrâneos (MYERS, 2000).

A superfamília Muroidea é uma das duas superfamílias da subordem Myomorpha e reúne a maioria dos ratos e camundongos do mundo que somam mais de 1.500 espécies e 310 gêneros (MUSSER; CARLETON, 2005). Estes podem ser agrupados em seis famílias, são elas: Platacanthomyidae, Spalacidae, Calomyscidae, Nesomyidae, Muridae e Cricetidae. Esta última é composta por todas as espécies de ratos nativas do Novo Mundo, sendo uma das maiores famílias entre os mamíferos, na qual a grande maioria pode ser encontrada na América do Sul; desde as montanhas dos Andes até a nível do mar, ocupando um amplo espectro de habitats e desempenhando importantes papéis em muitos ecossistemas. Algumas espécies de cricetídeos herbívoros têm um grande impacto na sucessão da floresta ao predarem as mudas de árvores e, às vezes, são consideradas espécies-chave quando desempenham esses papéis; além de cumprirem funções de predadores, presas e dispersores de sementes e fungos micorrízicos. (MANSON, 2001; MUSSER; CARLETON 2005).

Na América do Sul, ocorrem três subfamílias de roedores da família Cricetidae Fischer, 1817, são elas Neotominae Merriam, 1894, Tylomyinae Reig, 1984 e Sigmodontinae Wagner, 1843, sendo as duas primeiras encontradas principalmente na América do Norte e América Central; com apenas três gêneros ocorrendo no Noroeste da América do Sul (PATTON et al., 2015). Por outro lado, os roedores sigmodontíneos, também colocados como “ratos do novo mundo”, são os que melhor ilustram a diversidade de gênero e espécie na América do Sul. Mais de 400 espécies e 86 gêneros estão estabelecidos em nove tribos, além de 11 gêneros alocados como *incertae sedis*, que juntos formam a segunda maior subfamília de roedores; enquanto que

a maior é a subfamília Murinae (“os ratos do velho mundo”). Além disso, os sigmodontinae são o grupo mais diverso da fauna de mamíferos neotropicais (PATTON et al., 2015; SALAZAR-BRAVO et al., 2013).

Os sigmodontíneos representam cerca de 10% de todas as espécies de mamíferos do mundo e 20% de toda a ordem Rodentia. Esses números são ainda mais significativos para a América do Sul, na qual abrangem 62% da diversidade genérica e 56% das espécies (D’ELÍA; PARDIÑAS, 2015). A grande diversidade morfológica dos sigmodontíneos é marcante, com o comprimento e a massa corporal variando bastante entre alguns gêneros, desde o mais leve com cerca de 14g (gênero *Calomys*), até o mais pesado com 500g (gênero *Kunsia*). Os pelos também podem variar em múltiplos aspectos, como textura, tamanho, cor e distribuição. Variações no formato dos ossos do crânio e da mandíbula podem ser encontradas mesmo entre espécies proximamente relacionadas; desse modo a morfologia craniana confere uma ferramenta importante para a organização sistemática e taxonômica dos sigmodontíneos (D’ELÍA; PARDIÑAS, 2015). Esses animais podem ocupar virtualmente todos os habitats da América do Sul, dada a diversidade de hábitos, como: arborícola, cursorial, escansorial, fossorial e semiaquático, e são encontrados desde o nível do mar até em montanhas, como a Cordilheira dos Andes. Algumas poucas espécies podem ser encontradas estendendo-se mais para norte, alcançando a América Central e a parte do nordeste dos Estados Unidos (CARLETON; MUSSER, 2005; D’ELÍA, 2003; PARADA et al., 2013; PATTON et al., 2015).

O domínio fitogeográfico da Caatinga, que representa a maior e mais diversa floresta sazonalmente seca do Novo Mundo, está localizada exclusivamente no Brasil; em grande parte na região nordeste. Com uma extensão de aproximadamente 912,529 km², caracteriza-se principalmente pela sua vegetação decidual, xerofítica, diretamente relacionada às variáveis climáticas extremas como: intensa radiação solar, solo pobre, baixa nebulosidade, altas temperaturas médias anuais e principalmente, baixos, irregulares, e altamente concentrados níveis precipitação (LEAL et al., 2005; PRADO, 2003; SILVA et al., 2018). Entretanto, é possível encontrar em alguns biomas menores dentro do domínio da Caatinga, como as savanas encontradas em platôs do Araripe e Chapada Diamantina, a Mata Atlântica em regiões usualmente mais elevadas que recebem um volume maior de chuvas, formando “ilhas” de vegetação perene, e os Campos Rupestres que são restritos a Chapada Diamantina (QUEIROZ et al., 2017). A Caatinga faz parte do conjunto de florestas tropicais sazonalmente secas, na qual possui um período seco prolongado e como resultado, a maior parte da vegetação é

decidual. Entretanto, exibe pelo menos 13 fisionomias diferentes que são referidas coletivamente como as caatingas (PENNINGTON et al., 2009; SILVA et al., 2018).

O primeiro *checklist* de mamíferos da Caatinga apontava uma riqueza de 81 espécies (MARES et al., 1981; WILLIG; MARES, 1989). Cerca de 35 anos depois, esse número corresponde a 183 espécies, dos quais 23 espécies são roedores sigmodontíneos; incluindo três espécies endêmicas: *Rhipidomys cariri*, *Rhipidomys cearanus* e *Wiedomys pyrrhorhinos* (CARMIGNOTTO; ASTÚA, 2018). Além do mais, a Caatinga ainda é considerada uma região pouco estudada, sobretudo em sua extensão central, com espécies que não se distribuem homogeneamente ao longo do território, originando uma riqueza e padrões biogeográficos distintos que só agora começam a ser revelados. O mesmo pode ser dito para as espécies endêmicas, que possuem distintas relações filogenéticas e associações de habitats, levando a uma complexa história evolutiva para os mamíferos da Caatinga (CARMIGNOTTO et al., 2012; CARMIGNOTTO; ASTÚA, 2018; FARIA et al., 2013; GONÇALVES et al., 2005; GUTIÉRREZ; MARINHO-FILHO, 2017; LARA; PATTON, 2000; NASCIMENTO et al., 2013).

Poucos são os locais estudados com considerável qualidade amostral dos mamíferos da Caatinga. Entretanto, esforços como o do Serviço Nacional da Peste forneceram uma grande quantidade de pequenos mamíferos de algumas regiões da Caatinga, constituindo até hoje a base material mais significativa dos inventários mastozoológicos do leste do Brasil (OLIVEIRA; FRANCO, 2005). No Parque Nacional do Catimbau, localizado no Agreste de Pernambuco, um estudo de curta duração registrou a ocorrência de dois gêneros e duas espécies de marsupiais, e três famílias, sete gêneros e sete espécie de roedores (GEISE et al., 2010).

A espécie endêmica da Caatinga *Wiedomys pyrrhorhinos*, conhecido como rato-donariz-vermelho, rato-de-fava ou até rato-bico-de-lacre, foi inicialmente alocada como pertencendo ao gênero *Mus* Linnaeus (1758). Posteriormente passou por várias revisões taxonômicas e atualmente pertence ao gênero *Wiedomys*, criado por Hershkovitz (1959) com base no que foi descrito em *Mus pyrrhorhinos* por Wied (1821). Na Caatinga, esta espécie tem se mostrado bastante comum, mesmo em vegetações com traços diferentes da matriz da Caatinga, como: mata de galeria, lajeado, serra, tabuleiro e várzea (FREITAS; ROCHA, 2000). Esses espécimes possuem notáveis pelos cor de laranja brilhante na região do focinho, ao redor dos olhos, na base da orelha e na base da cauda que contrastam bastante com o pelos dorsais e laterais de cor marrom-grisalho. A região ventral é de um branco puro que se estende da

garganta até a região inguinal; e na parte ventral dos membros. As patas são cobertas por pelos curtos laranjas e sobre as unhas há os pelos ungueais prateados. A cauda é mais longa que o corpo e possui um tom marrom escuro (BONVICINO, 2015).

A caixa craniana de *Wiedomys pyrrhorhinos* é lateralmente expandida e contém bordas supra orbitais nitidamente definidas, mas sem cristas supra orbitais distintas. A placa zigomática é estreita não se projeta anteriormente e contém entalhes zigomáticos moderadamente profundos e largos. Os forames incisivos são longos e alargados, estendendo-se posteriormente até a metade dos 1^{os} molares (M1s). O rostro é curto e os incisivos superiores são opistodonte com faixas esmaltadas amarelas arredondadas na face anterior. Já os molares possuem coroas baixas, são braquiodontes, bunodontes e com pequenas cristas superiores que alternam de posição. O palato é curto e não ultrapassa os 3^o molares (M3s). O suporte alisfenóide varia quanto a presença entre populações e parece não haver relações com a idade ou sexo do animal. A bula auditiva é inflada e tem um formato globular na superfície ventral, mas esse tamanho varia bastante em animais de algumas regiões da Caatinga. A mandíbula é pequena e possui um pequeno processo coronóide delimitando um pequeno entalhe sigmoide (LOPES, 2005; BONVICINO, 2015).

O cariótipo tipo descrito para *Wiedomys pyrrhorhinos* foi feito a partir de um espécime coletado em Pernambuco, que apresentou número cromossômico diploide $2n=62$ FN= 86 (MAIA; LANGGUTH, 1987). Desde então, algumas variações foram descritas para esta espécie, como os citótipos: $2n=62$ e NF=90, que ocorre na localidade de Jaborandi, Bahia (GONÇALVES et al., 2005) e $2n=62$ e NF=104, em indivíduos oriundos do Morro do Chapéu; também na Bahia (SOUZA et al., 2011). O cariótipo $2n=60$ FN=88 de indivíduos de Caeté, Bahia, foi considerado como o de uma nova espécie: *Wiedomys cerradensis* (GONÇALVES et al., 2005). Na região do Jequitinhonha, em vegetação típica de Cerrado, mais duas variações cariotípicas foram encontradas em indivíduos da espécie *W. pyrrhorhinos*: $2n=62$ e NF= 98 e 99, este último conjunto apresentou par de cromossomos acrocêntricos heteromórficos (GEISE et al., 2017).

O gênero *Calomys* é um dos gêneros que reúne o maior número de espécies dentro da tribo Phyllotini, com 14 espécies, sendo também um dos grupos de roedores mais bem distribuídos na América do Sul; cuja amplitude geográfica é singularmente bastante disjunta (MUSSER; CARLETON 2005; HAAD et al., 2007; SALAZAR-BRAVO, 2015; GURGEL-FILHO et al., 2015). A taxonomia e os limites de distribuição geográfica deste grupo são

bastante complexos, e há necessidade de uma nova revisão para preencher as lacunas que impedem a definição correta do número de espécies e distribuição geográfica neste gênero (SALAZAR-BRAVO, 2015). No Brasil, as espécies do gênero *Calomys* podem ser encontradas em diferentes biomas, como na Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, inclusive algumas espécies são exclusivas do Brasil, como: *C. cerqueirai*, *C. expulsus*, *C. mattevii* e *C. tocantinsi* (SALAZAR-BRAVO, 2015; GURGEL-FILHO et al., 2015).

Todas as espécies de *Calomys* possuem um tamanho corporal (sem contar a cauda) que varia de pequeno (~70mm) a médio (~150mm) e são em grande maioria muito semelhantes visualmente, mesmo ocorrendo em diferentes habitats, o que torna as fronteiras entre espécies por apenas análise morfológicas difíceis de serem estabelecidas (SALAZAR-BRAVO, 2015). A maior parte das espécies apresenta um tufo de pelos brancos na base das orelhas. A coloração dorsal varia desde um amarelo brilhante, até amarelo pálido, castanho e cinza. A cor do ventre é geralmente é totalmente branco até uma tonalidade branco-cinza muito bem delimitada com os pelos dorsais. Tais pelagens são intensamente variáveis, podendo ocorrer mais de um tipo de padrão de pelagem dentro da mesma população; bem como a textura, comprimento e espessura desses pelos. (SALAZAR-BRAVO, 2015). A cauda é geralmente menor ou igual ao comprimento do corpo e contém uma discreta camada de pelos que não formam tufo na ponta da cauda; podendo apresentar um gradiente bicolor, sendo o mais escuro na parte dorsal. As patas traseiras têm uma cobertura de pelos claros, exceto pelas solas até o calcanhar (BONVICINO et al., 2010; SALAZAR-BRAVO, 2015).

A estrutura craniana no gênero *Calomys* pode se apresentar delicada ou robusta, com arcos zigomáticos expandidos nos indivíduos em adultos, geralmente convergentes anteriormente, raramente paralelos; os entalhes zigomáticos sendo profundos e amplos. Os forames incisivos são longos, estendendo-se até a metade dos M1s; o palato também é longo, estendendo-se além dos M3s, podendo apresentar depressões palatinas posterolaterais, mas geralmente possui fossas palatinas posterolaterais. O suporte alisfenóide pode ou não estar presente. Os dentes incisivos são opistodontes, sem ranhuras com esmalte na região frontal de cor amarelo ou alaranjado. Os molares são braquiodontes, tetralofodontes com crista; as cúspides vestibulares e linguais se alternam ao longo do eixo anteroposterior do dente. O 2º molar (M2) é menor do que o M1; com um formato quadrangular. O M3, por sua vez, tem cerca de 50% do tamanho do M2 e mais arredondado e sem redução do mesoflexo de M3 em relação ao M2 (STEPPAN, 1995; SALAZAR-BRAVO, 2015). A mandíbula é delgada, mas

relativamente profunda; o processo coronóide é ligeiramente mais alto que o processo condilar (SALAZAR-BRAVO, 2015).

O gênero *Calomys* exibe uma forte variação quanto à contagem diploide entre algumas espécies, como: $2n=36$ em *Calomys cerqueirai* Bonvicino, Oliveira e Gentile, 2010, *Calomys callosus* (Rengger, 1830) com $2n=50$ (BONVICINO et al., 2010) e *Calomys expulsus* (Lund, 1840) cuja contagem é de $2n=66$ (BONVICINO; ALMEIDA, 2000). O número fundamental também acompanha essa variação, sendo encontrado indivíduos com $NF=48$ encontrado em *Calomys musculus* (FORCONE et al., 1981; CICCIOLO, 1991) até $NF=72$ em *Calomys laucha* (CICCIOLO; POGGIO, 1993). Além disso, algumas compartilham um cariótipo muito semelhante quanto ao número diploide, número fundamental e morfologia dos cromossomos, como é o caso das espécies *Calomys expulsus* e *Calomys matveii* que compartilham o complemento $2n=66$ e $NF=68$; tais espécies crípticas só conseguem ser diagnosticadas análise morfométrica do crânio quando em localidades simpátricas (GURGEL-FILHO et al., 2015).

Dentro dos Sigmodontinae, o gênero que possui a maior distribuição na América do Sul é o gênero *Rhipidomys* Tschudi (1845), que reúne cerca de 24 espécies e estão dentre os gêneros que reúne o maior número de espécies crípticas entre os mamíferos neotropicais (COSTA, 2011; TRIBE, 2015; BRITO et al., 2017). Podem ser encontrados desde o Norte da Venezuela até o Noroeste da Argentina, do Estado do Paraná até o leste do Paraguai; bem como ocorrem no leste do Panamá, além de algumas ilhas oceânicas (Trinidade e Tobago, Bonaire e Ilha de Margarita, todos próximos a costa da Venezuela), sendo também um dos poucos gêneros dentro de sigmodontinae que alcançam a América Central (TRIBE, 1996, 2005 e 2015; DI-NIZO, 2017). Devido à grande variação no número de espécies deste gênero adotada por diferentes autores, Tribe (1996) criou uma divisão baseada em diferentes caracteres morfológico e ecológicos para criar três grupos: grupo *fulviventer*, grupo *leucodactylus* e grupo *macconnelli*.

No Brasil, exceto pela maior parte do Rio Grande do Sul, exemplares do gênero *Rhipidomys* podem ser encontrados em quase todo país em biomas como a Mata Atlântica, Floresta Amazônica, Cerrado e nas “ilhas verdes” dos brejos de altitude da Caatinga. A espécie *Rhipidomys mastacalis* distribui-se ao longo de quase toda a Mata Atlântica do Nordeste e Sudeste do Brasil, desde a Paraíba até parte do Rio de Janeiro, alcançando também o platô da Chapada Diamantina, na Bahia, e parte do interior de Minas Gerais; além de regiões no agreste em brejos de altitude de Pernambuco (SOUZA, 2004; ASFORA; PONTES, 2009; TRIBE, 2015; DI-NIZO, 2017). Popularmente chamados de ratos-escaladores ou ratos-da-árvore, esses

ratos de hábitos arborícolas possuem um peso que varia de 30g até cerca de 200g e cor dos pelos dorsais pode variar desde laranja-avermelhado razoavelmente lustroso a marrom-cinza mais opaco. A cor ventral varia de branca a amarelo pálido, às vezes com tons alaranjados. Os olhos são relativamente grandes e protuberantes e as vibrissas nasais longas; cujo comprimento facilmente ultrapassam as orelhas. A cauda longa é frequentemente recoberta por uma camada curta de pelos em que na ponta podem ser encontrados um pequeno tufo de pelos que é associado à aparência de um pincel. Sobre o metatarso existe uma mancha escura característica que pode ser distintamente ou difusamente delineada (TRIBE, 1996; RIVAS-RODRÍGUEZ et al., 2010; TRIBE, 2015).

O crânio em espécies do gênero *Rhipidomys* pode variar quanto à forma da caixa craniana, sendo arredondada nas menores espécies e achatado em adultos das maiores espécies. Dorsalmente, apresentam um rostro curto e rombudo e entalhes zigomáticos rasos. Ventralmente, o crânio tem forame incisivo relativamente longo, que pode apenas atingir o nível dos M1s. A ponte palatina curta não se estende além dos M3s; sua margem posterior nunca é arredondada de forma côncava, mas é aproximadamente quadrada ou bicôncava, com um pequeno processo mediano que se projeta em sentido caudal. O suporte do alisfenóide separa o forame bucinador mastigatório do acessório do forame oval. As bulas auditivas são relativamente pequenas. A mandíbula não apresenta feições muito robustas ou delgadas. Os incisivos superiores são ligeiramente opistodontes. Os molares são pentafodontes e braquiodontes com cúspides principais claramente separadas (TRIBE, 2015).

O complemento diplóide dos espécimes de *Rhipidomys*, dentro dos grupos *leucodactylus* e *macconnelli*, costuma ser de $2n=44$; com exceção do *Rhipidomys nitela* Thomas 1901 que possui cariótipo equivalente à $2n=48$ e $2n=50$ (SILVA; YONENAGA-YASSUDA, 1999; BONVICINO et al., 2008; TRIBE, 2015). Por outro lado, o número fundamental pode variar desde $NF=46$, como em *Rhipidomys emiliae* Allen, 1916 até o $NF=80$, encontrado em *Rhipidomys mastacalis* Lund, 1840. Nesta última espécie já foram detectados valores de $NF=70$, 74 e 76 . (ZANCHIN et al., 1992; SILVA; YONENAGA-YASSUDA, 1999; ANDRADES-MIRANDA et al., 2002; PARESQUE et al., 2004; MUSSER; CARLETON, 2005; SOUSA, 2005; BONVICINO et al., 2008; CARVALHO et al., 2012; TRIBE, 2015).

1.1 CITOGENÉTICA DE ROEDORES

Em meados de 1940, o zoólogo suíço Robert Matthey, um dos cientistas pioneiros nos estudos citogenéticos com roedores, aplicou análises cromossômicas sistemáticas ao estudo da

taxonomia de vertebrados, uma abordagem que ele chamou de citotaxonomia (MATTHEY, 1951; O'BRIEN et al., 2006). Cerca de 30 anos depois, surgiram os primeiros trabalhos com citogenética de roedores no Brasil com o trabalho de Cestari e Imada (1968) em que a espécie *Akodon cursor* Winge 1887 fora o objeto de seu estudo. Nos anos seguintes, vários outros estudos citogenéticos foram publicados com frequência, lidando com diversas espécies de roedores sul-americanos. Desse modo, estão documentados um grande número de dados cromossômicos para a subfamília Sigmodontinae, que ilustram a totalidade ou grande parte da radiação representada pelas formas vivas nas tribos Abrotrichini, Akodontini, Oryzomyini, Phyllotini, Reithrodontini, Sigmodontini e Wiedomyini. Para a tribo Thomasomyini, que envolve o gênero *Rhipidomys*, os dados ainda são um pouco escassos (BIANCHI et al., 1971; GARDNER; PATTON, 1976; PEARSON; PATTON, 1976; D'ELÍA; PARDIÑAS, 2015). Atualmente, é possível encontrar plataformas *online* que permitem consultar rapidamente o cariótipo de diversas espécies de sigmodontíneos; facilitando o acesso para comparação morfológica e numérica dos cromossomos entre esses roedores (PARESQUE et al., 2018).

Boa parte das alterações que pode ser encontrada em mamíferos pode estar restrita a mudanças no número cromossômico ou no número de fundamental de braços autossômicos (NF), que podem ser identificados através de procedimentos de coloração convencional, que revela os cromossomos individuais permitindo identificar os seus pares a partir de seu comprimento relativo específico e razão de braço cromossômico (O'BRIEN, 2006; HSU; BERNIRSCHKE, 2013). Algumas espécies novas foram reconhecidas com dados citogenético atrelados a conjuntos de caracteres morfológicos e/ou moleculares, como por exemplo: *Wiedomys cerradensis*, *Calomys cerqueirai*, *Rhipidomys itoan* (PATTON et al., 2000; GONÇALVES et al., 2005; BONVICINO et al., 2010; COSTA et al., 2011). Entretanto, para algumas espécies de roedores, o método convencional tem mostrado limitações, permitindo observar apenas as características morfológicas mais evidentes dos cromossomos; requerendo o uso de procedimentos de coloração que podem revelar cada cromossomo como um padrão específico e constante.

Emil Heitz (1928) observou que alguns segmentos cromossômicos se mantinham condensados durante todo o ciclo celular, chegando à conclusão que os blocos de DNA mais escuros fossem devidos à existência de dois tipos diferentes de cromatina. Chamou de heterocromatina a região que se mantinha condensada durante todo o ciclo celular, e denominou de eucromatina a que apresentava um ciclo de condensação-descondensação paralelo ao ciclo

nuclear. As regiões heterocromáticas dos cromossomos são geralmente localizadas na região pericentromérica, nos telômeros, ou adjacente as regiões organizadoras de nucléolo (RONs). Quando os cromossomos são tratados com reagentes, essas marcações são chamadas de bandas C. Em alguns casos, o cromossomo em quase sua totalidade se torna heterocromático, como é comum observar nos cromossomos Y de algumas espécies de Sigmodontinae (ÖSTERGREN, 1947; GUERRA, 1988; WALLRATH, 1988; DILLON, 2004; SHAKOORI, 2017).

Uma das fontes mais importantes de variabilidade cariotípica em roedores está relacionada à quantidade de heterocromatina e seu padrão de distribuição detectável por técnicas de bandas C e diretamente correlacionado com o conteúdo de DNA nuclear (O'BRIEN, 2006). O bandeamento C é uma boa ferramenta para investigação dessas variações, já que existe uma tendência geral dos padrões de banda se manterem conservados em populações de uma mesma espécie. Por outro lado, o bandeamento por nitrato de prata (Ag-RON) marca apenas os sítios de transcrição ativos dos genes que codificam o RNA 45S, que é um precursor do RNAr 18S, RNAr 28S e RNAr 5,8S, na qual podem ser encontrados nas constrictões secundárias dos cromossomos e costumam ser espécie específicos. Os padrões de bandas C e de RONs são conhecidos em número muito menor de espécies sigmodontíneos quando comparado com aqueles observados apenas pela coloração convencional (O'BRIEN, 2006; HSU; BERNIRSCHKE, 2013; D'ELÍA; PARDIÑAS, 2015).

As técnicas de citogenética que utilizam fluorescência trazem mais precisão para as marcações dos cromossomos, tornando mais claros os resultados de rearranjos cromossômicos, como translocações recíprocas e inversões, que as técnicas de bandeamento baseadas em Giemsa (corante utilizado no bandeamento C e Ag-RON) não poderiam diferenciar facilmente (SHAKOORI, 2017). A *Fluorescence in situ hybridization* (FISH) é a técnica mais precisa para a localização de sequências específicas de DNA, envolvendo o emparelhamento de sondas de DNA ou RNA ligadas a uma molécula repórter fluorescente atrelada a uma sequência alvo específica do DNA da amostra. A moléculas repórter ou molécula marcadora é acoplada a um dos quatro tipos de nucleotídeos presentes na sonda, a qual posteriormente é reconhecida por métodos imunológicos ou similares com alta capacidade de associação previamente ligado a uma molécula sinalizadora permitindo sua visualização ao microscópio. As moléculas marcadoras mais utilizadas na marcação indireta são a biotina e a digoxigenina. Algumas sequências podem ser de cópia única de um par de alelos ou podem se encontrar dispersas no

complemento cromossômico, intercaladas com diversos outros tipos de sequências, como os sítios teloméricos e ribossomais (GUERRA, 2004; SHAKOORI, 2017).

O DNA ribossômico 45S (DNAr 45S) é uma sequência moderadamente repetitiva, que forma blocos com muitas repetições, em um ou mais pares cromossômicos. Cada unidade de repetição contém três genes (DNAr 18S+5,8S+28S) e seus espaçadores, sempre transcritos juntos em um único RNA mensageiro (RNAm). Os sítios do DNAr 45S correspondem às constrictões secundárias, observadas por técnicas de coloração convencional, como o bandeamento por nitrato de prata (Ag-NOR) (GUERRA, 2004; SHAKOORI, 2017). Apesar das sequências de DNAr se localizarem principalmente em regiões ricas em heterocromatina, que são altamente variáveis, essas sequências são muito bem conservadas evolutivamente, o que significa que elas são muito similares em todos os eucariotas; ao ponto de sequências de animais e plantas ainda serem tão semelhantes que são capazes de hibridizar durante a FISH (GUERRA, 2004). Para os sigmodontinae, poucos são os estudos utilizando a técnica de FISH para espécies que ocorrem no Brasil, sobretudo para espécies que pertencem as tribos Phyllotini, Thomasomyini e Wiedomyini, e muitas nem sequer possuem estudos desse tipo, como no caso de *Wiedomys pyrrhorhinos* e *Calomys mattevi*.

O presente estudo contribui para o entendimento da fauna pouco conhecida de roedores sigmodontíneos do Parque Nacional do Catimbau, região da Caatinga, buscando identificar as variações cariotípicas e morfológicas desses roedores, com comentários sobre a caracterização cromossômica por bandeamentos. Nós também combinamos dados morfológicos para aumentar o conhecimento sistemático e taxonômico dos taxa obtidos.

1.2 OBJETIVOS

Caracterização citogenética e análise morfológica da subfamília Sigmodontinae (Rodentia) do Parque Nacional do Catimbau de forma a identificar os componentes taxonômicos das diferentes comunidades de pequenos mamíferos terrestres.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a variabilidade cromossômica dos sigmodontíneos para caracterização citotaxonômica de espécies aparentadas.
- Caracterizar os cariótipos das espécies coletadas, quanto ao número de cromossomos e morfologia, pela técnica de coloração convencional em material de medula óssea e/ou baço.

- Avaliar pelo bandeamento C a distribuição de heterocromatina constitutiva no cariótipo.
- Observar a distribuição das regiões organizadoras de nucléolo (RON) como forma de averiguar possível dispersão dessa classe de DNA repetitivo no genoma das espécies.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL DE ESTUDO

O Parque Nacional do Catimbau (8.61667°S, 37.15°W) é o único Parque Nacional em Pernambuco (excetuando-se o Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha). Localizado em uma região de transição entre o agreste e o sertão, o PARNA Catimbau possui uma extensão de 62.554 ha que abrange parte de três municípios Buíque, Ibirimir e Tupanatinga. Dentro do parque existe um declive acentuado de precipitação (de 1100 a 480 mm por ano), os solos predominantemente arenosos, e a cobertura arbórea aumenta com o aumento das chuvas e uma temperatura média anual de 23°C. A vegetação do parque é em maioria xerófitas, característica do domínio fitogeográfico da Caatinga, contudo é possível encontrar sítios com diferentes tipos de vegetações, como Cerrado, Campos Rupestres, Mata Atlântica (brejos de altitude) e Restinga. Este trabalho é parte do Projeto Ecológico de Longa Duração (PELD/CNPq - Pronex) Catimbau, que possui 20 parcelas permanentes distribuídas em um gradiente de perturbação antrópica crônica e precipitação, ao longo do PARNA-Catimbau.

2.2 AMOSTRAGEM

O trabalho de campo foi realizado em três expedições de 12 dias nos meses de junho/2017, outubro/2017 e abril/2018, em que foram construídas 16 trilhas de captura distribuídas em oito pontos amostrais que foram designados a critérios do PELD Catimbau (Figura 1). Em cada ponto de amostragem, foram montadas linhas de interceptação em queda (*pitfalls*) e de armadilhas com iscas (*Live traps*). Oito trilhas de interceptação em queda de 100m foram construídas utilizando baldes de 35L dispostos a cada 10m de transecto. Mais oito trilhas de 300m foram montadas com 60 armadilhas, sendo dispostas duas armadilhas a cada 10m de trilha, divididas em modelos Sherman (42x11x12) e Tomahawk (52x21x21). Para atrair os animais, foi utilizada uma isca a base de abacaxi, paçoca de amendoim e bacon. As armadilhas foram mantidas abertas contendo isca durante 10 noites consecutivas, conferidas todos os dias pela manhã. A pele, o esqueleto completo, trato digestivo, amostras de fígado e músculos foram depositados na coleção de mamíferos da UFPE.



Figura 1: Localização geográfica das parcelas de amostragem no Parque Nacional do Catimbau (Destaque em vermelho).

2.3 ANÁLISE CITOGENÉTICA CLÁSSICA

A aquisição do cariótipo dos espécimes realizada em campo, após um tratamento de colchicina durante 40 min na proporção de 0,1mL/10g do animal. Seguindo o protocolo proposto por Ford & Hamerton (1956) com algumas modificações. Foi removido o fêmur cuja medula óssea foi extraída com a ajuda de uma seringa contendo 7mL de KCl. O cariótipo foi fixado em Carnoy (metanol: ácido acético, 3:1) e após um mínimo de 48h, foi aplicado em lâmina limpa e aquecida em vapor de banho-maria a 60°C e corada com Giemsa 10% por 7 min. A coloração convencional foi utilizada para contagem do número diploide (2n) e fundamental de braços cromossômicos (FN), o material foi fotografado em microscópio Leica DMLB de epifluorescência equipado com uma câmera de vídeo Cohu digital e as imagens montadas em programa Adobe Photoshop 6.0.

2.4 BANDEAMENTO C

A técnica seguiu protocolo de Sumner (1972) com poucas modificações. As lâminas contendo o cariótipo dos espécimes foram submetidas a hidrólise em solução de HCL 0,2N por 30 min em temperatura ambiente, depois foram lavadas em água destilada. Em seguida, foram incubadas em 2x SSC por 15min a 60°C, e após lavadas em água destilada. O material foi tratado em hidróxido de bário Ba(OH₂) octahidratado a 5% aquecido a 60°C por cerca de 20 segundos, depois mergulhado em HCL 1N em 60°C por até 5 segundos e lavado em água destilada. Mais uma vez as lâminas foram incubadas em 2x SSC por 15min a 60°C, e lavadas em água destilada. Por fim, foi realizada a coloração com Giemsa diluído a 5% em tampão

fosfato pH 6,8 em temperatura ambiente por 20 min. Assim como na análise convencional, as melhores células do bandejamento C foram documentadas em microscópio Leica DMLB de epifluorescência equipado com uma câmera de vídeo Cohu digital e as imagens montadas em programa Adobe Photoshop 6.0.

2.5 IMPREGNAÇÃO POR NITRATO DE PRATA (AGNO₃)

A técnica seguiu o proposto de Howell e Black (1980) com poucas modificações. As lâminas contendo os cromossomos foram hidrolisadas em HCl 1N por 5 min, em seguida lavada com água destilada. Foi adicionado uma gota de solução de gelatina (1g de gelatina, 59mL de água destilada e 0,5mL de ácido fórmico) sobre as lâminas, seguido de duas gotas de nitrato de prata a 50% e cobertas com uma lamínula 24 x 24-mm. As lâminas foram encubadas em câmara úmida pré-aquecida a 60°C até adquirirem um tom marrom dourado. Por fim, as células foram documentadas em microscópio Leica DMLB de epifluorescência equipado com uma câmera de vídeo Cohu e as imagens montadas em Adobe Photoshop 6.0.

2.6 HIBRIDIZAÇÃO *IN SITU* FLUORESCENTE

As preparações contendo o material da medula óssea foram submetidas a técnica de FISH segundo os procedimentos descritos por Fonsêca et al. (2010). As lâminas foram colocadas na estufa a 60° C por 30 minutos, pré-tratadas em RNase (100 µg/ml) a 37°C por 1h, em 10 µg /ml de pepsina em 0,01 N HCl a 37° C por 20 min e fixadas em paraformaldeído 3,7% por 10 min. A mistura de hibridização foi composta de 50% formamida, 20% de sulfato de dextrano, 2x SSC e 5-10ng/µl de sonda. Após desnaturação da mistura por 10 min a 75° C, as lâminas juntamente com a sonda foram desnaturadas por 5 min na mesma temperatura e então, incubadas em câmara úmida a 37° C por até três dias. Após esse período, foram realizadas sucessivas lavagens em SSC à 42°C, duas vezes em 2xSSC, duas vezes em 0,1xSSC e uma vez em 2xSSC novamente, cada uma por 5 min. Foi aplicado sobre as preparações as sondas de DNA ribossomal 45S contendo nucleotídeo marcado com digoxigenina 11-dUTP. A sonda de DNAr 45S, marcada com digoxigenina, foi detectada com anti-digoxigenina produzida em ovelha e conjugada com FITC (Roche) e amplificada com anti-ovelha produzida em burro e conjugada com FITC (Vector) em 1 % BSA em PBS. As preparações cromossômicas foram contrastadas com DAPI e montadas com Vectashield (Vector, Burlingame, CA, EUA). As fotografias foram tiradas em um microscópio Leica DMLB de epifluorescência equipado com uma câmera de vídeo Cohu.

2.7 ANÁLISE MORFOLÓGICA

Foram tomadas 20 medidas craniométrica (Tabela 1 e Figura 2), sempre que possível do lado direito do crânio, de todos os indivíduos capturados neste estudo, utilizando um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm, seguindo o protocolo de Weksler e Geise (1995). Além de estimados a idade e analisados os caracteres morfológicos com o auxílio de estereoscópio binocular. Os espécimes juvenis, determinado a partir do último molar não erupcionado, foram excluídos da análise por não representarem efetivamente as dimensões de um crânio completamente desenvolvido.

Tabela 1: Medidas cranianas, numeração e respectivas referências em crânio de sigmodontinae

Sigla	Descrição	Número
CCBA	Comprimento côndilo-basal	1
LCON	Distância externa entre os dois côndilos occipitais	2
DIAS	Comprimento do diastema	3
PPAL	Ponte palatal	4
CFIN	Comprimento do forâmen incisivo	5
LFIN	Largura do forâmen incisivo	6
SMOS	Sério molar superior	7
LM01	Largura do 1º molar	8
M1M1	Largura entre os 1º molares	9
CBUL	Comprimento da bula auditiva (sem o tubo)	10
ACRA	Altura do crânio	11
CROS	Comprimento do rosto	12
LROS	Largura do rosto	13
LCIN	Largura da constrição interorbital	14
CORB	Comprimento orbital interno	15
LZIG	Largura do arco zigomático	16
LCCR	Largura da caixa craniana	17
LPZI	Largura da placa zigomática	18
AMAN	Altura da mandíbula	19
CMAN	Comprimento da mandíbula	20

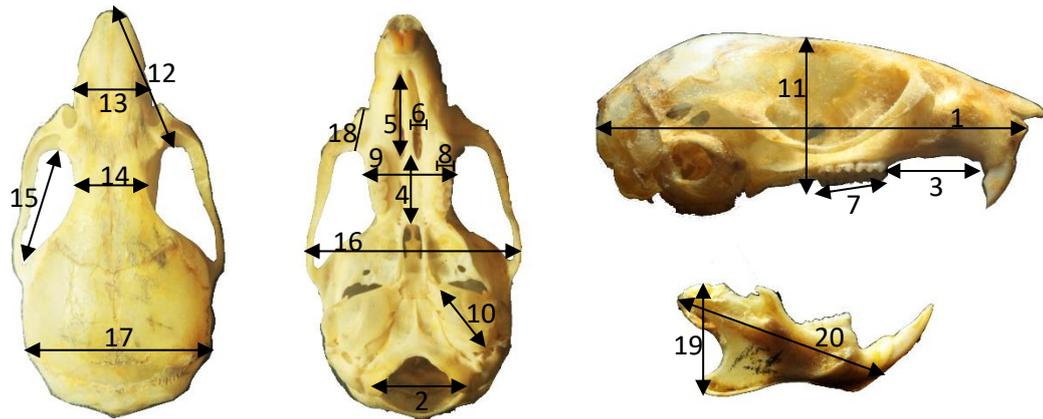


Figura 2: Representação das medidas cranianas utilizados nas análises e descritos na Tabela 1 em Vista dorsal, ventral e lateral do crânio; e imagem e lateral da mandíbula.

3 RESULTADOS

3.1 COLETA

As três expedições ao Parque Nacional do Catimbau somaram um esforço amostral de 6.720 armadilhas-noite, no qual 5.760 armadilhas-noite são referentes as armadilhas *live traps* de modelo Sherman e Tomahawk e 960 para as armadilhas de interceptação em queda *pitfall*. Foram capturados nesse período 18 roedores, constituindo um sucesso de captura de 0,23%. Um espécime de *Rattus rattus* também foi capturado no jardim da casa utilizada pela equipe localizada nos limites do PARNA Catimbau (8°34'47.86"S 37°14'54.67"O), porém não foi considerado nas análises. Dentre os espécimes, 15 foram identificados como pertencendo à espécie *Wiedomys pyrrhorhinos* e três sendo da espécie *Calomys mattevii*. Este último corresponde a um novo registro para o PARNA Catimbau. Além disso, este estudo conta com mais quatro exemplares coletados no parque anteriormente às expedições aqui mostradas e identificados como dois exemplares de *Wiedomys pyrrhorhinos* e *Rhipidomys sp.* Foram obtidas preparações cromossômicas de 12 exemplares ainda em campo, porém outros seis exemplares foram encontrados mortos, todos da espécie *W. pyrrhorhinos*, e por isso não foi possível obter informações citogenéticas. Além disso, duas preparações desta mesma espécie não produziram bons resultados. Todo o material, como amostras de fígado, esqueleto completo, pele, está depositado na Coleção de Mamíferos da Universidade Federal de Pernambuco.

Tabela 2 Listagem de espécies capturadas no estudo com suas respectivas localidades

Parcela	Latitude e Longitude	Espécie	Número de Campo	Período
02	8°31'53.20"S 37°11'49.62"O	<i>Calomys mattevii</i>	DAM 742	Outubro/2017
		<i>Wiedomys pyrrhorhinos</i>	DAM 746	
		<i>Wiedomys pyrrhorhinos</i>	DAM 747	
		<i>Wiedomys pyrrhorhinos</i>	DAM 749	
		<i>Wiedomys pyrrhorhinos</i>	DAM 751	
10	8°32'8.46"S 37°13'48.37"O	<i>Wiedomys pyrrhorhinos</i>	DAM 739	Outubro/2017
		<i>Wiedomys pyrrhorhinos</i>	DAM 752	
		<i>Wiedomys pyrrhorhinos</i>	DAM 753	
11	8°31'0.97"S 37°13'28.93"O	Nenhum sigmodontinae capturado		Outubro/2017
16	8°27'57.64"S 37°19'33.83"O	<i>Wiedomys pyrrhorhinos</i>	DAM 684	Junho/2017
20	8°29'7.92"S 37°19'19.34"O	Nenhum sigmodontinae capturado		Junho/2017
22	8°28'59.84"S 37°20'34.15"O	<i>Wiedomys pyrrhorhinos</i>	DAM 683	Junho/2017
25	8°28'32.25"S 37°14'17.57"O	<i>Wiedomys pyrrhorhinos</i>	DAM 764	Abril/2018
		<i>Calomys mattevii</i>	DAM 767	
		<i>Wiedomys pyrrhorhinos</i>	DAM 769	
		<i>Wiedomys pyrrhorhinos</i>	DAM 774	
26	8°29'38.52"S 37°14'4.03"O	<i>Wiedomys pyrrhorhinos</i>	DAM 766	Abril/2018
		<i>Wiedomys pyrrhorhinos</i>	DAM 771	
		<i>Wiedomys pyrrhorhinos</i>	DAM 772	

3.2 ANÁLISES CITOGENÉTICAS

3.2.1 *Calomys mattevii*

3.2.1.1 Análise cariotípica convencional

Foram analisados os cariótipos de dois espécimes machos e uma fêmea de *Calomys mattevi*, todos os espécimes possuíam o número diploide igual a $2n=66$ (Figura 3), semelhante ao já descrito na literatura por Gurgel-Filho, Feijó e Langguth (2015). Porém, o NF resultou em 70, semelhante à variante encontrada por Maria José de Souza (Tese não publicada no Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 1981) em espécimes de Buíque, um dos municípios que abrangem parte do PARNA Catimbau. O cromossomo X se mostrou-se como um grande submetacêntrico e o Y como um pequeno acrocêntrico (Figura 3).

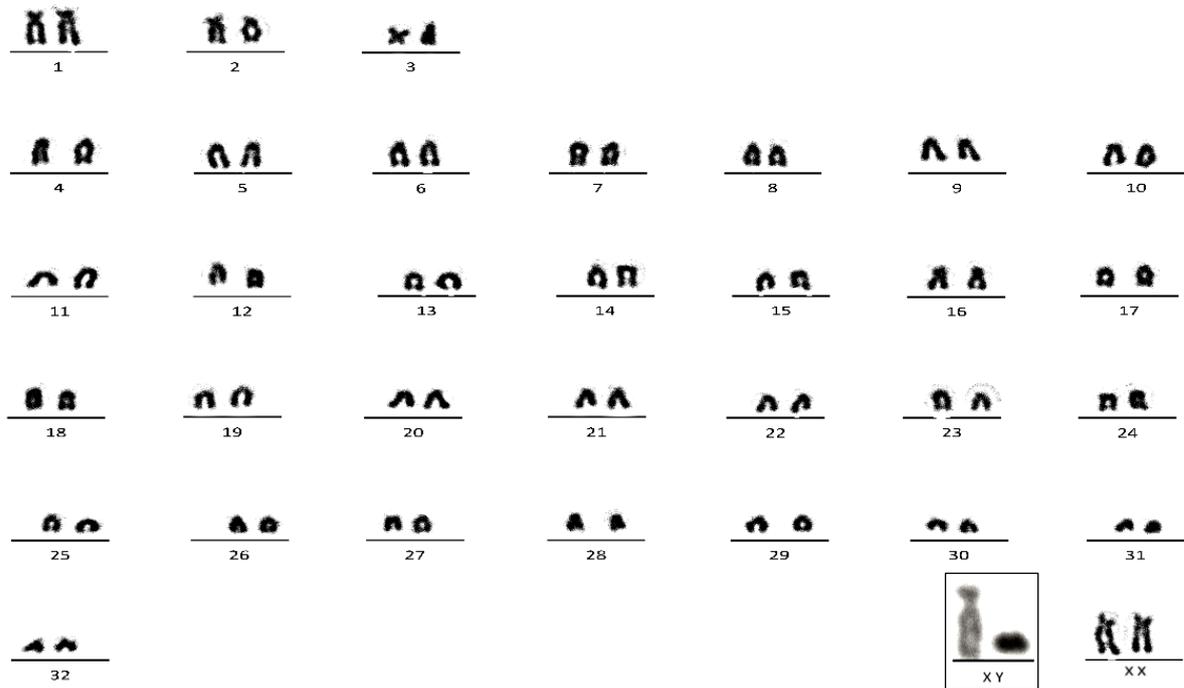


Figura 3: Cariótipo de *Calomys mattevii* ($2n=66$ e $NF=70$) por coloração convencional. Em destaque o par de cromossomos sexuais de um macho desta espécie.

3.2.1.2 Análise por bandeamento C

As bandas C revelaram a presença de heterocromatina constitutiva (HC) na região pericentromérica de 23 pares autossômicos (Figura 4). Os pares submetacêntricos 1 e 2 apresentaram conspícuos blocos de HC nas regiões pericentromérica e telomérica, tal qual os pares acrocêntricos 8, 9, 15, 16, 18, 20, 22, 25, 26 e 29. O único par metacêntrico do complemento mostrou bandas C em apenas uma das extremidades teloméricas. Ademais, os pares acrocêntricos 7, 21, 23, 29 e 32 apresentam marcações na região pericentromérica, enquanto que os pares 14, 19 e 27 exibiram bandas teloméricas dos braços longos. Entretanto, para os pares 13, 24, e 28 não foi observado nenhuma marcação de banda evidente, mas uma tendência a se manterem inteiramente heterocromáticos; possivelmente devido a grandes blocos de HC nas regiões pericentromérica e telomérica. Por sua vez, o cromossomo Y mostrou-se fortemente heterocromático, enquanto que o cromossomo X apresentou uma marcação bem perceptível apenas nos braços curtos. Isto o diferencia facilmente dos outros pares submetacêntricos que possuem um tamanho equivalente, além da ausência de blocos de HC na região telomérica dos braços longos. Esta é a primeira vez que é descrito o padrão de bandas C nesta espécie.

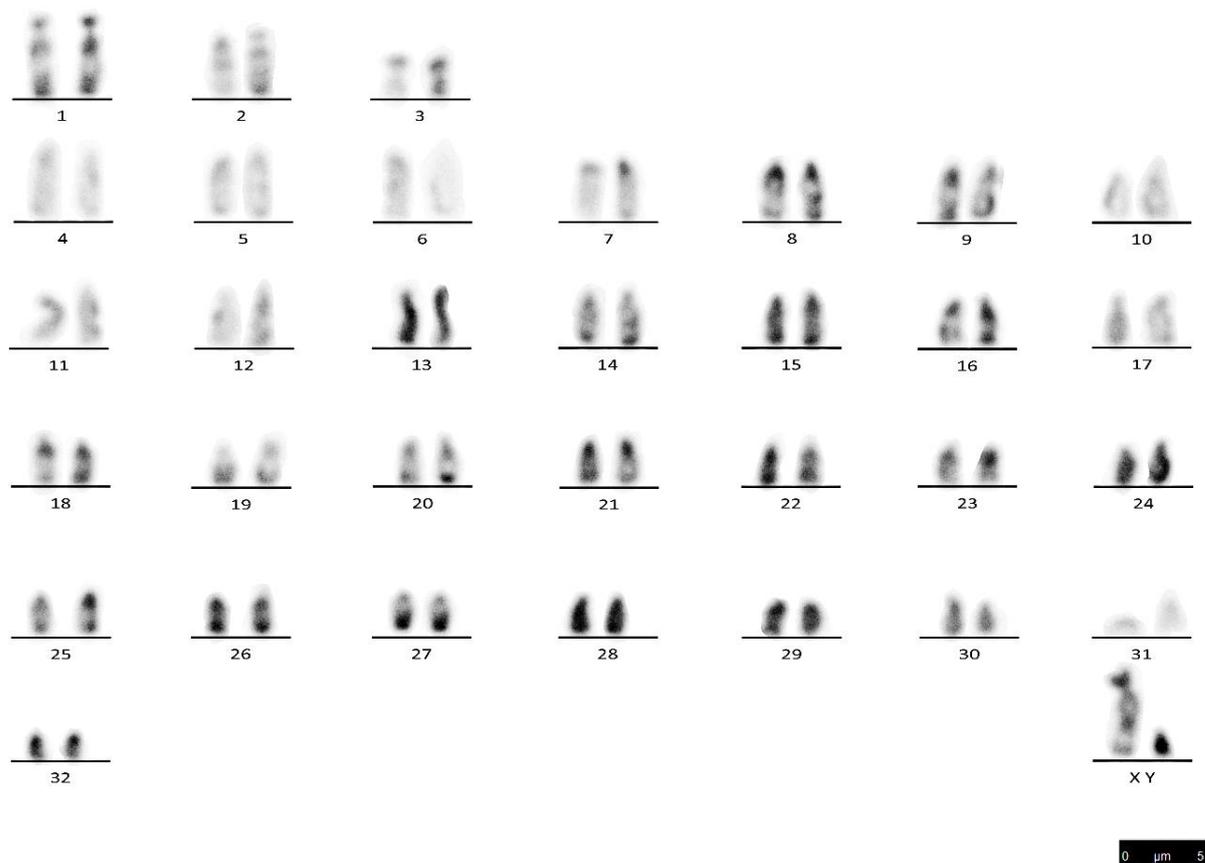


Figura 4: Padrão de bandeamento C de *Calomys mattevii* macho ($2n=66$ e $NF=70$).

3.2.1.3 Análise por nitrato de prata

Foi possível observar vários cromossomos contendo marcações Ag-RON, que variaram entre seis e 26 cromossomos marcados nas 31 metáfase analisadas (Figura 5). Por outro lado, a contagem de núcleos interfásicos mostrou uma variação de quatro a 19 marcações. Dos que foram possíveis identificar, entre os vários cromossomos acrocêntricos analisados, o par 1, mostrou marcações presentes na região intersticial, e o par 2, na região telomérica dos braços longos. O par 3 apresentou marcações em metade do telômeros. Os demais cromossomos acrocêntricos exibiram bandas Ag-RON nas regiões teloméricas dos braços curtos e longos.

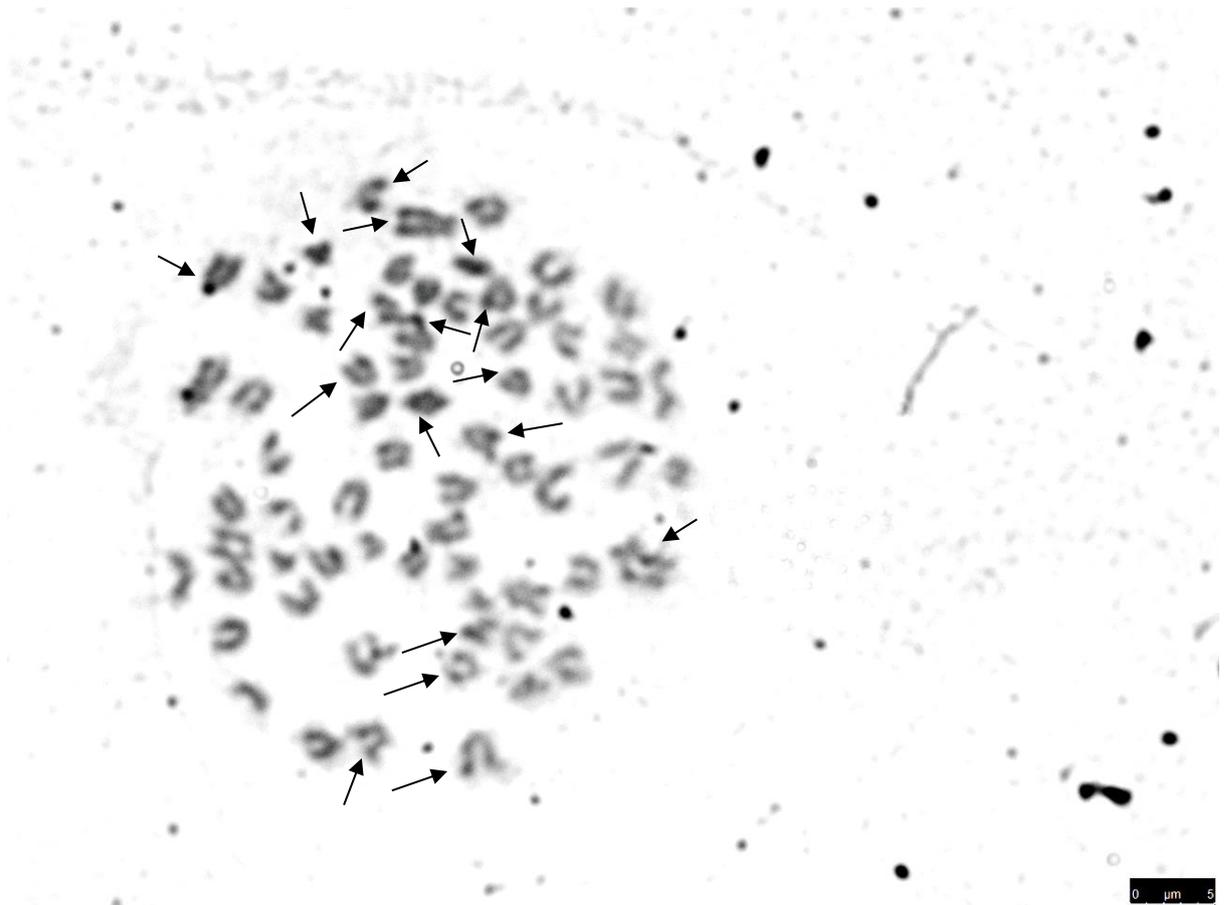


Figura 5: Metáfase de *Calomys mattevii* ($2n=66$ e $NF=70$) macho submetida a bandeamento Ag-RON. Setas indicam os cromossomos portadores de sítios de DNAr ativos.

3.2.1.4 FISH

A hibridização *in situ* de *Calomys mattevii* utilizando sondas para DNAr 45S revelou que existem dois pares de cromossomos acrocêntricos que são portadores destas sequências nos telômeros dos braços curtos (Figura 6). Estas são os primeiros dados utilizando sondas de DNA ribossômico nesta espécie.

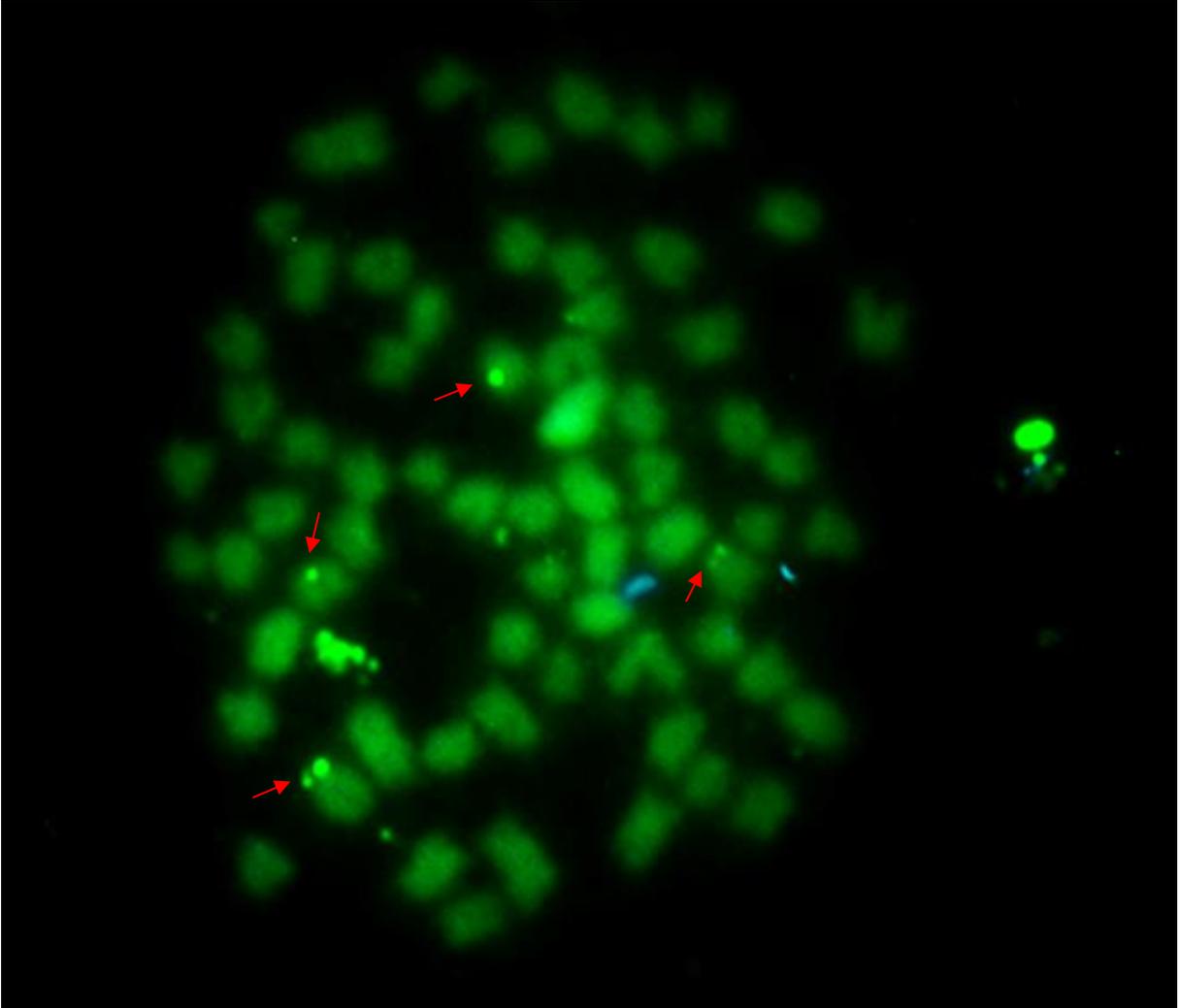


Figura 6: Metáfase de cromossomos de *Calomys mattevii* fêmea após hibridização com sondas de DNAr 45S. Em destaque (setas vermelhas) são mostrados os pares de cromossomos portadores da sequência.

3.2.1.5 Descrição morfológica

Os exemplares de *C. mattevii* coletados no PARNA Catimbau apresentaram tons pelagem dorsais diferentes, indicando a ocorrência de mais de um tipo de coloração dentro da mesma população, como já descrito na literatura. Um macho capturado na parcela 11 apresentou uma coloração de pelo dorsal amarelo pálido no período de outubro de 2017, enquanto que outro macho capturado na parcela 26 exibiu um pelo de cor cinza em Abril de 2018. Uma fêmea de coloração amarelo pálido também foi encontrada no período de outubro de 2017, entretanto sua localização de captura não foi computada. Os pelos ventrais eram de um branco puro. O comprimento da cauda sempre foi menor que o comprimento do corpo. Também foi observado um tufo de pelos brancos atrás na base da orelha.

A estrutura craniana se mostrou delicada, com um rostro curto e caixa craniana abobadada (Figura 7). O perfil dorsal do crânio é convexo e a região intraorbital estreita. A lâmina zigomática é curta, elevada e não projetada lateralmente. As projeções capsulares dos forâmens nasolacrimais são pequenas. Os forâmens incisivos alcançaram até a metade do M1, enquanto que o comprimento do palato se estende após do M3. A presença do suporte alisfenóide variou dentro da população, os machos capturados apresentaram a estrutura enquanto que na fêmea estava ausente. As bulas auditivas são pequenas e pouco proeminentes. Os dentes incisivos são opistodontes sem ranhuras com esmalte na região frontal de cor amarelo claro, e os molares braquiodontes tetralofodontes. A mandíbula é pequena, com borda posterior profunda e côncava. O processo angular é bem desenvolvido, quase tangenciando a linha vertical que passa pelo côndilo.



Figura 7: Crânio e mandíbula de *Calomys mattevii* coletado no PARNA Catimbau. Vista dorsal, ventral e lateral do crânio; e imagem e lateral da mandíbula. Crânio em vista dorsal, ventral e lateral e mandíbula em vista l

3.2.2 *Wiedomys pyrrhorhinos*

3.2.2.1 Análise cariotípica convencional

Foram analisadas 10 preparações cromossômicas desta espécie, sendo cinco machos e cinco fêmeas. Os cariótipos foram montados de modo análogo ao apresentado em Gonçalves (2005) e Souza (2011). Foram confirmados dois citótipos diferentes ocorrendo dentro do PARNA Catimbau. Quatro machos (DAM 739, DAM 751, PHA 586 e PHA 587) e duas fêmeas (DAM 749 e DAM 769) apresentaram um complemento diploide de $2n=62$ e o $NF=82$,

onde 11 pares meta e submetacêntricos variaram de grande a pequeno e 19 pares acrocêntricos, denominado como citótipo A (Figura 8). Uma única fêmea apresentou o cariótipo equivalente à $2n=62$ e $NF=84$; com 12 pares meta e submetacêntricos, variando de grande à pequenos e 18 pares acrocêntricos variando de grande a pequeno. Este cariótipo foi denominado de citótipo B (Figura 9). Estes conjuntos são inéditos e representam o mais baixo NF já encontrado nesta espécie. O cromossomo X foi identificado como sendo o maior acrocêntrico do cariótipo, enquanto que o Y foi identificado como um pequeno acrocêntrico em ambos os citótipos.

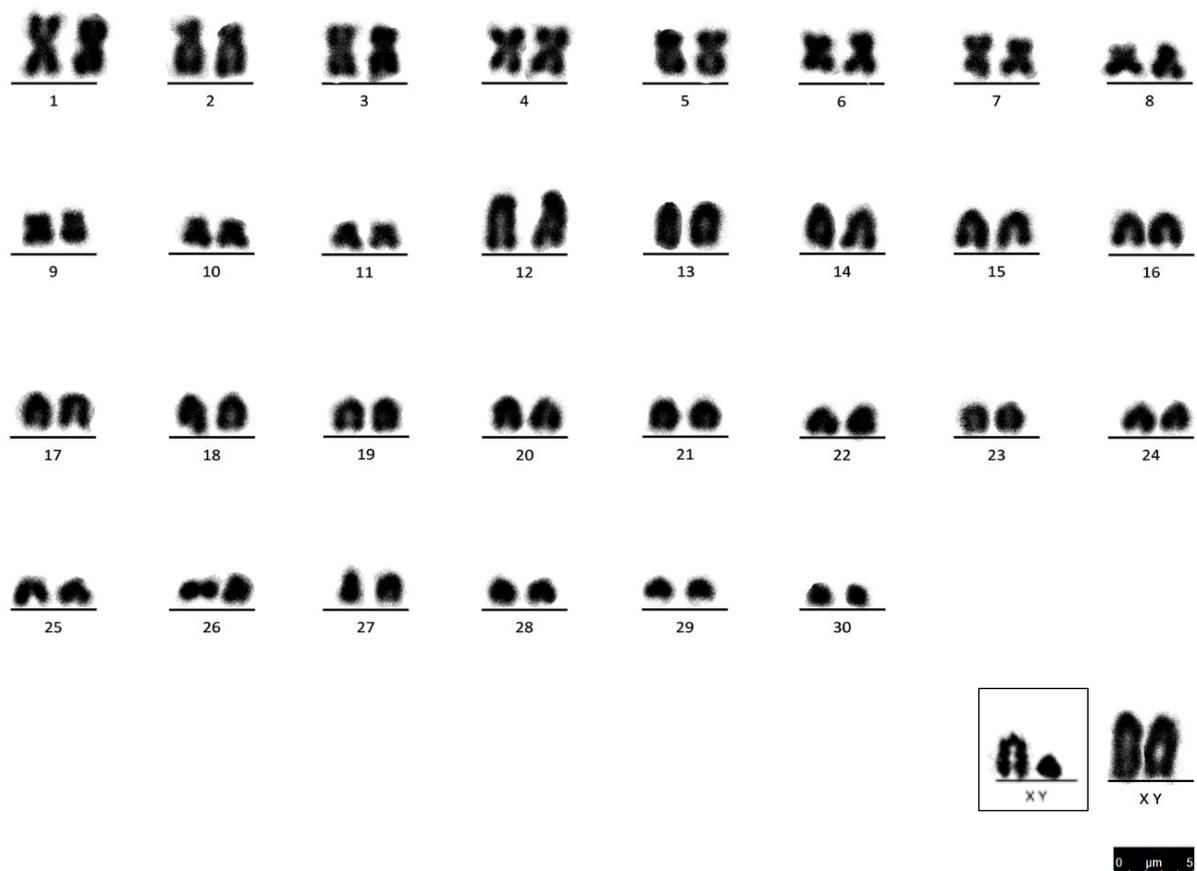


Figura 8: Cariótipo de *Wiedomys pyrrhorhinos* do citótipo A ($2n=62$ e $NF= 84$) por coloração convencional. Em destaque o par de cromossomos sexuais de um macho desta espécie.

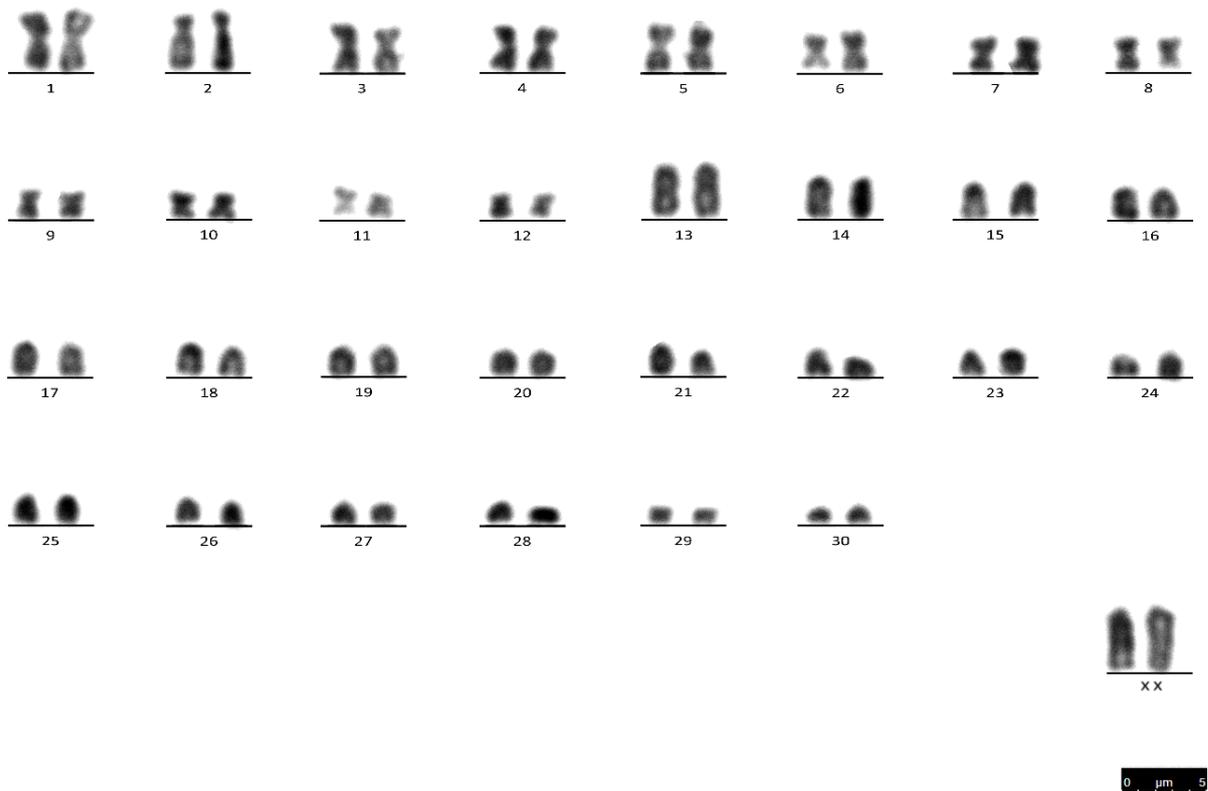


Figura 9: Cariótipo de *Wiedomys pyrrhorhinos* do citótipo B ($2n=62$ e $NF= 82$) por coloração convencional.

3.2.2.2 Análise por bandeamento C

No citótipo A, as bandas de heterocromatina apareceram em quase todos os cromossomos do complemento, do total de 28 pares autossômicos com marcações de banda C (Figura 10). Os pares 1, 3, 4, 6, 7 e 8 apresentam bandas C em todas as terminações teloméricas. O par 5 não apresentou marcações de bandas diferenciáveis, porém é bastante denso e aparenta conter blocos de HC nas regiões teloméricas e pericentromérica, tal qual os pares 2 e 16. Para os demais, exceto para os pares 23 e 27, as bandas C se destacaram apenas na região pericentromérica. O cromossomo X mostrou-se polimórfico quanto a presença de um bloco de heterocromatina na região pericentromérica (seta da figura 10), enquanto o cromossomo Y foi fortemente heterocromático.

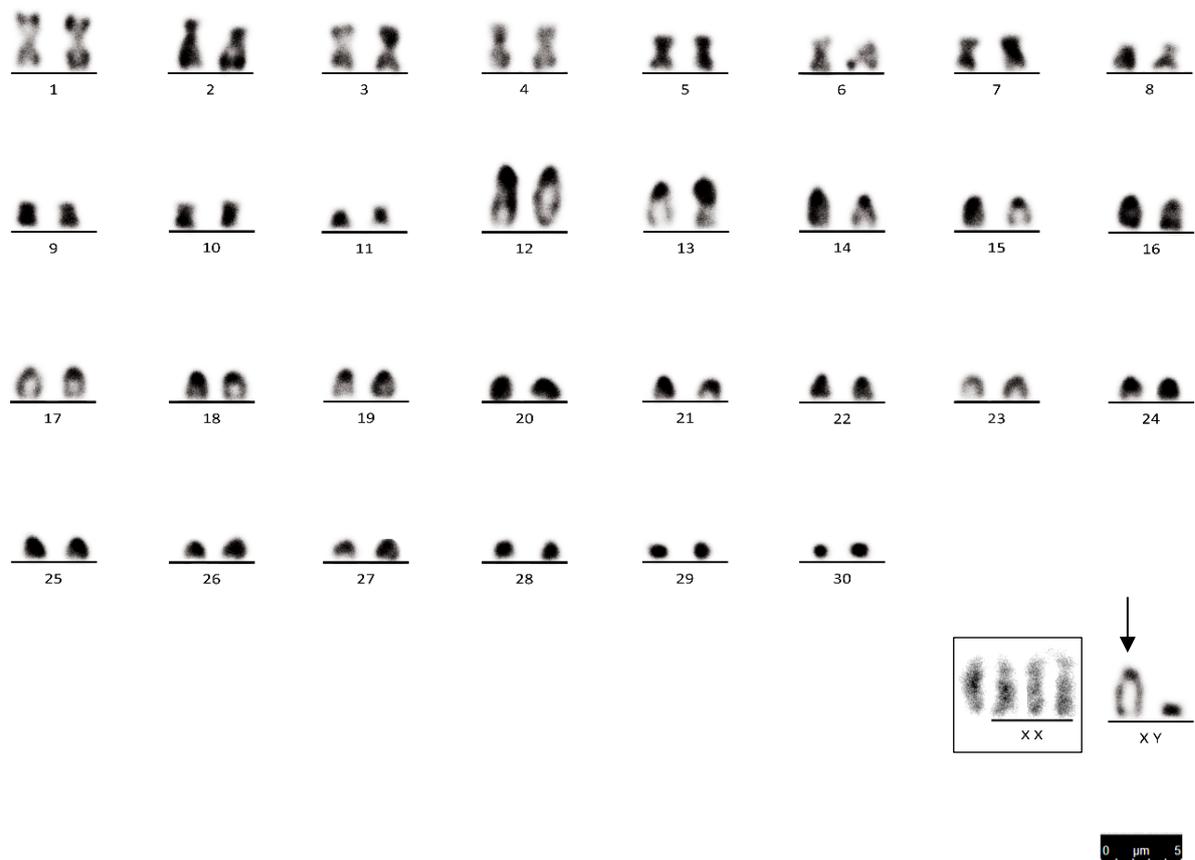


Figura 10: Padrão de bandeamento C de *Wiedomys pyrrhorhinos* fêmea do citótipo A ($2n=62$ e $NF=82$). A seta indica a presença de um bloco de heterocromatina constitutiva polimórfico no cromossomo X. Em destaque o par de cromossomos sexuais de uma fêmea desta espécie.

O bandeamento C do citótipo B evidenciou blocos de heterocromatina constitutiva nas regiões teloméricas e centroméricas de quase todos os autossomos, totalizando 27 pares (Figura 11). Entre os cromossomos metacêntricos e submetacêntricos, os pares 1, 3, 4, 5, 6, 7 apresentaram bandas C na região telomérica, e os pares de 8 a 12, na região pericentromérica. Apenas o par 2 apresentou marcações em ambas regiões. Por outro lado, os pares acrocêntricos exibiram blocos de heterocromatina na região pericentromérica, exceto os pares 17, 23 e 27; e os pares 25 e 26 mostraram bandas teloméricas. O cromossomo X do citótipo B evidenciou um padrão em que um dos cromossomos apresenta um evidente bloco de heterocromatina na pericentromérica (figura 11), enquanto que no outro homólogo a banda esteve ausente, semelhante ao observado no citótipo A. Padrões de bandeamento como este ainda não haviam sido identificados nesta espécie.

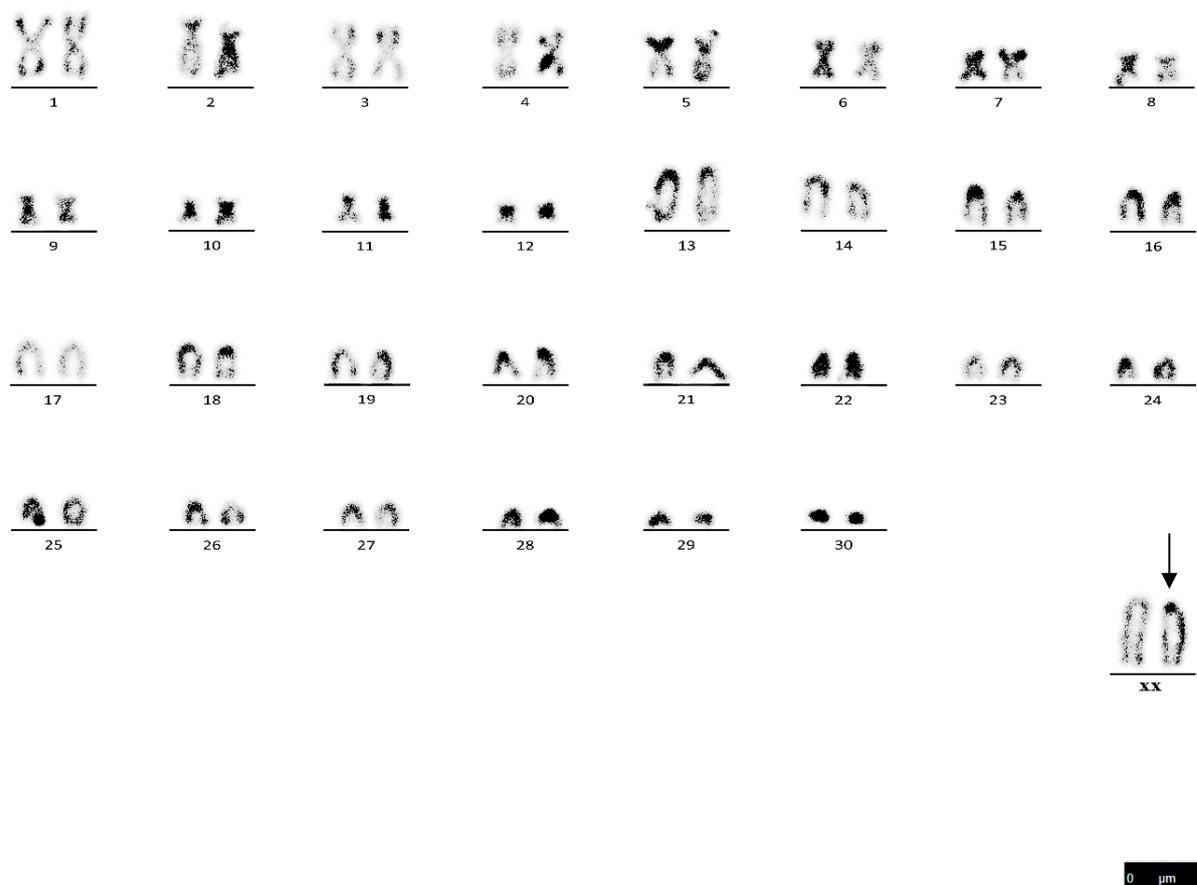


Figura 11: Padrão de bandeamento C em *Wiedomys pyrrhorhinos* fêmea do citótipo B ($2n=62$ e $NF= 84$). A seta indica a presença de um bloco de heterocromatina constitutiva polimórfico no cromossomo X.

3.2.2.3 Análise por nitrato de prata

O bandeamento por nitrato de prata mostrou pelo menos 4 a 12 cromossomos portadores dos sinais Ag-RON. Foi possível identificar as RONS nos braços curtos do maior par submetacêntricos, bem como no maior par autossômico acrocêntrico e pelo menos outros dois pares de acrocêntricos pequenos (Figura 12). Um dos pares metacêntricos pequenos apresentou RONS em todas as regiões teloméricas, enquanto que um metacêntrico médio apresenta RONS na região pericentromérica. Nas 24 metáfases analisadas, as RONS sempre se apresentavam em pelo menos quatro cromossomos e mais frequente em 8 cromossomos. O número de RONS em diversos cromossomos combina com o número observado de marcações em núcleos de interfásicos.

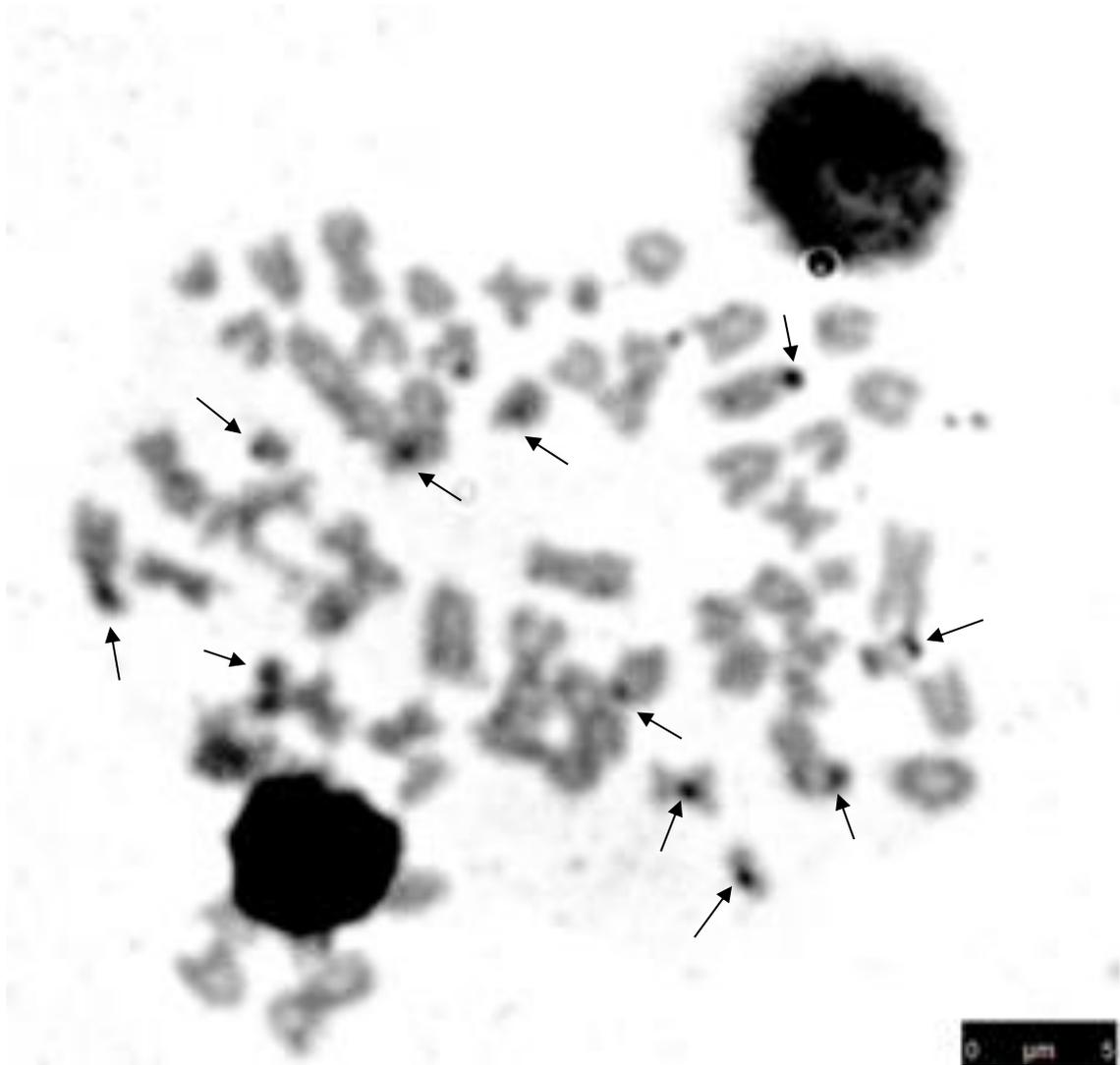


Figura 12: Metáfase de *Wiedomys pyrrhorhinos* ($2n=62$ e $NF=82$) macho do citótipo A submetida a bandamento Ag-RON. Setas indicam cromossomos portadores de sítios de DNAr ativos.

3.2.2.4 FISH

A hibridização *in situ* das sondas de DNAr 45S mostraram que pelo menos dois pares de cromossomos metacêntricos e submetacêntricos são portadores das sequências de DNA ribossomal (Figura 13). Para o par metacêntrico, a sequência se apresenta na região dos telômeros. Por outro lado, o par submetacêntrico mostrou uma marcação intersticial nos braços longos deste cromossomo.

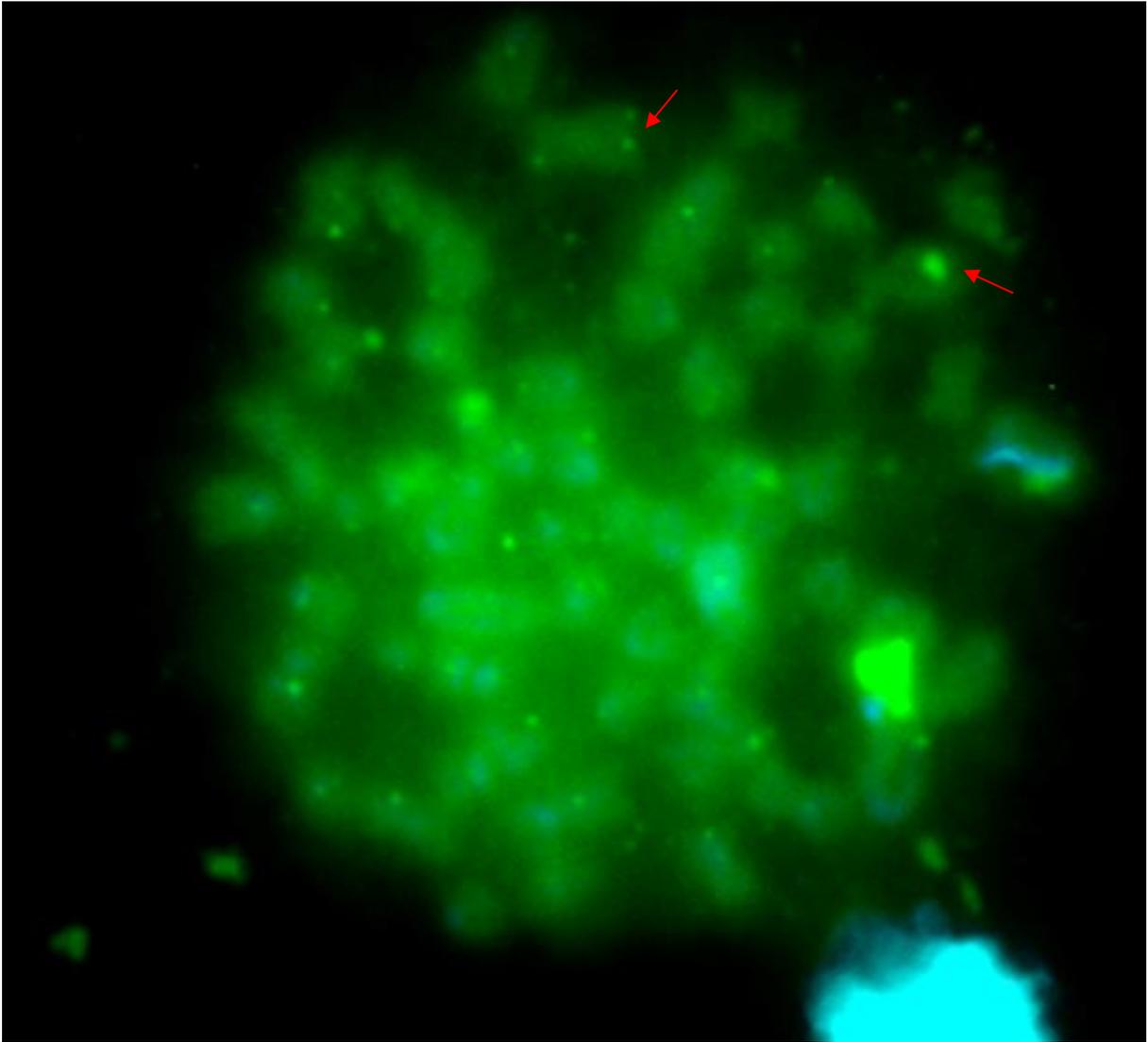


Figura 13: Metáfase de *Wiedomys pyrrhorhinos* fêmea do citótipo A ($2n=62$, $NF=82$) após hibridação *in situ* com a sonda de DNAr 45S. Em destaque pelas setas vermelhas os pares portadores da sequência.

3.2.2.5 Descrição morfológica

A caixa craniana é lateralmente expandida, o focinho é curto e o arco zigomático levemente expandido (Figura 14). A placa zigomática é estreita e não se projeta anteriormente. As bordas supra orbitais são bem marcadas, mas não há formação de crista. O osso interparietal é largo e não faz contato com o osso esquelético. O forame incisivo se estende além da borda anterior do M1, alcançando até quase a metade deste molar. Os incisivos superiores são opistodonte e a face anterior é amarela, e aparentemente mais intensa em indivíduos mais velhos. Por outro lado, os incisivos da mandíbula são suavemente amarelados na face anterior. Os molares são braquiodontes, bunodontes e com pequenas cristas superiores. O palato posterior é moderadamente longo, se estendendo um pouco além do hipoflexo do M3.

A fossa mesopterigóide possui formato de U. A presença do suporte alisfenóide variou dentro das populações do PARNA Catimbau; pois apenas duas fêmeas continham o suporte alisfenóide bem definido. Em outros espécimes o forame bucinador-mastigatório se mostrou muito estreito, quase obstruído, enquanto o acessorius do forame oval manteve sua abertura normal. A bula auditiva mostrou-se bem proeminente, com formato globular, e inflada.



Figura 14: Crânio e mandíbula de *Wiedomys pyrrhorhinos* coletado no PARNA Catimbau. Crânio em vista dorsal, ventral e lateral e mandíbula em vista lateral. Vista dorsal, ventral e lateral do crânio; e imagem e lateral da mandíbula.

3.2.3 *Rhipidomys cariri*

3.2.3.1 Análise cariotípica convencional

Foram analisados cariótipos de um macho e uma fêmea, cujo cariótipo encontrado foi de $2n=44$ e $NF=50$ (Figura 15); semelhante ao encontrado por Geise (2010) e Thomazini (2009) em um único exemplar coletado dentro do PARNA Catimbau. O complemento consiste em 17 pares de cromossomos acrocêntricos variando de grande à pequeno, um par de submetacêntrico médio, dois pares metacêntricos médios e um pequeno. O cromossomo X foi identificado como sendo um grande submetacêntrico, enquanto o Y foi um pequeno acrocêntrico.

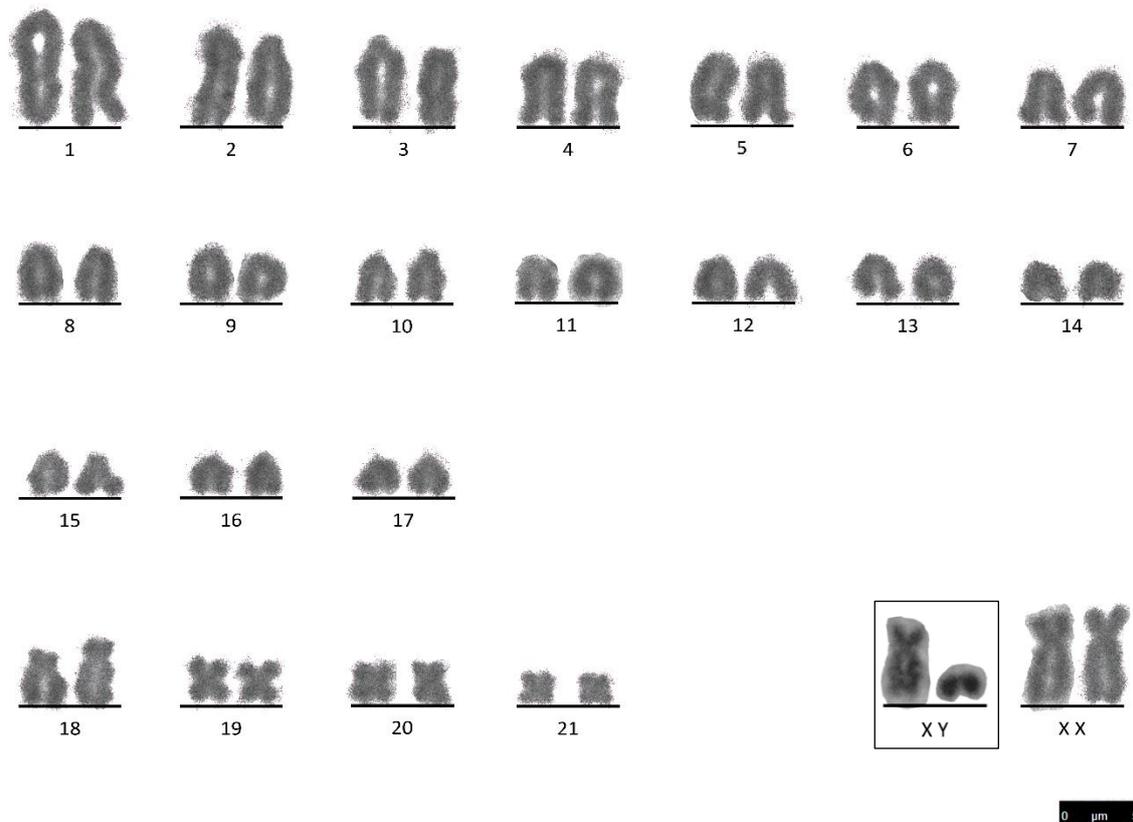


Figura 15: Cariótipo de *Rhipidomys cariri* ($2n=44$ e $NF=50$) por coloração convencional. Em destaque o par de cromossomos sexuais de um macho desta espécie.

3.2.3.2 Análise por bandeamento C

Foram observados 17 pares de cromossomos portadores de bandas C (Figura 16). O padrão de bandeamento mostrou a presença de blocos de heterocromatina na região pericentromérica dos pares 1, 4, 5, 8, 10, 12, 14, 15, 16 e 17; por outro lado, as bandas também surgiram na região telomérica dos pares 4, 6, 7 e 11. Para os cromossomos metacêntricos, os pares 19, 20 e 21 apresentaram bandas de heterocromatina na região pericentromérica. O par 2 mostrou uma evidente marcação intersticial. Nota-se um bloco de HC na região pericentromérica dos cromossomos X, enquanto que o cromossomo Y não apresentou bandas distinguíveis, sendo fortemente heterocromático.

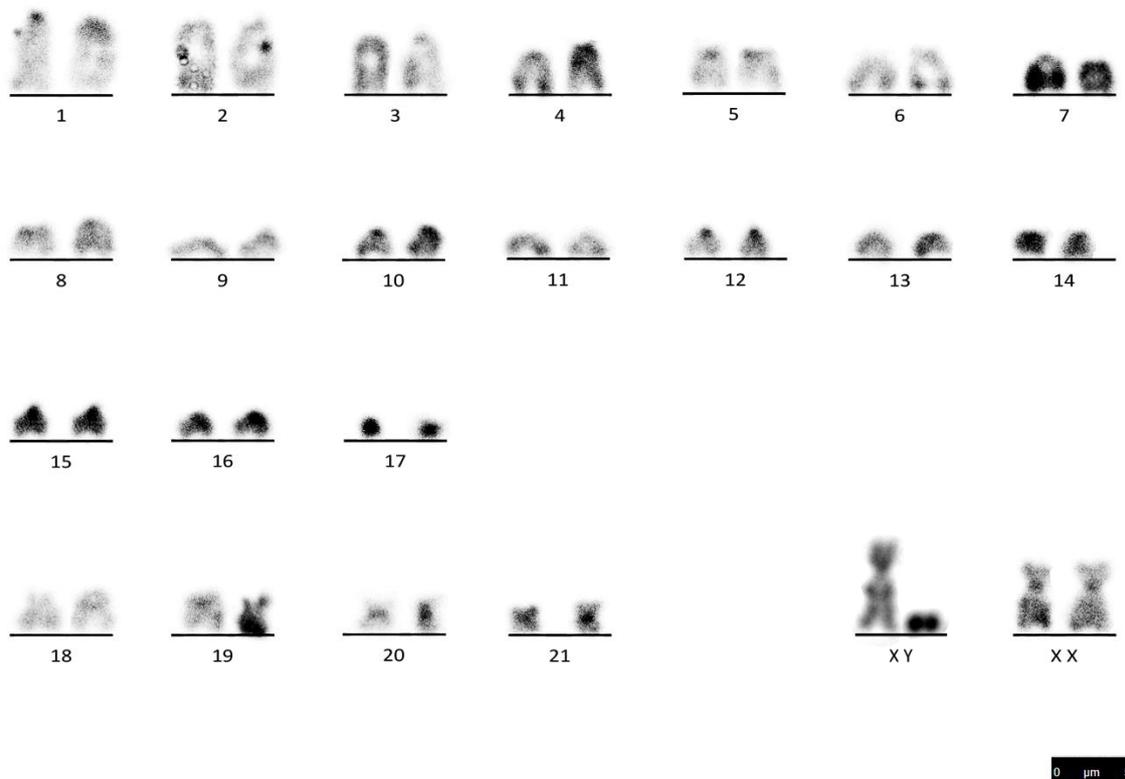


Figura 16: Padrão de bandeamento C em metáfase de *Rhipidomys cariri* $2n=44$ e $NF=50$.

3.2.3.3 Análise por nitrato de prata

As marcações Ag-RON das 20 metáfases analisadas de *Rhipidomys cariri* exibiram uma variação entre 4 a 12 cromossomos com sítios ativos de DNAr, principalmente na região telomérica dos braços curtos (Figura 17). Entretanto, pelo menos 1 par de acrocêntricos exibiu marcações Ag-RON nos telômeros dos braços longos. Também foi observado a presença de RON na região telomérica de um par metacêntrico. Além disso, o par 2 exibiu uma marcação Ag-RON nítida na região intersticial. A maioria das células apresentaram 8 sítios Ag-RON.

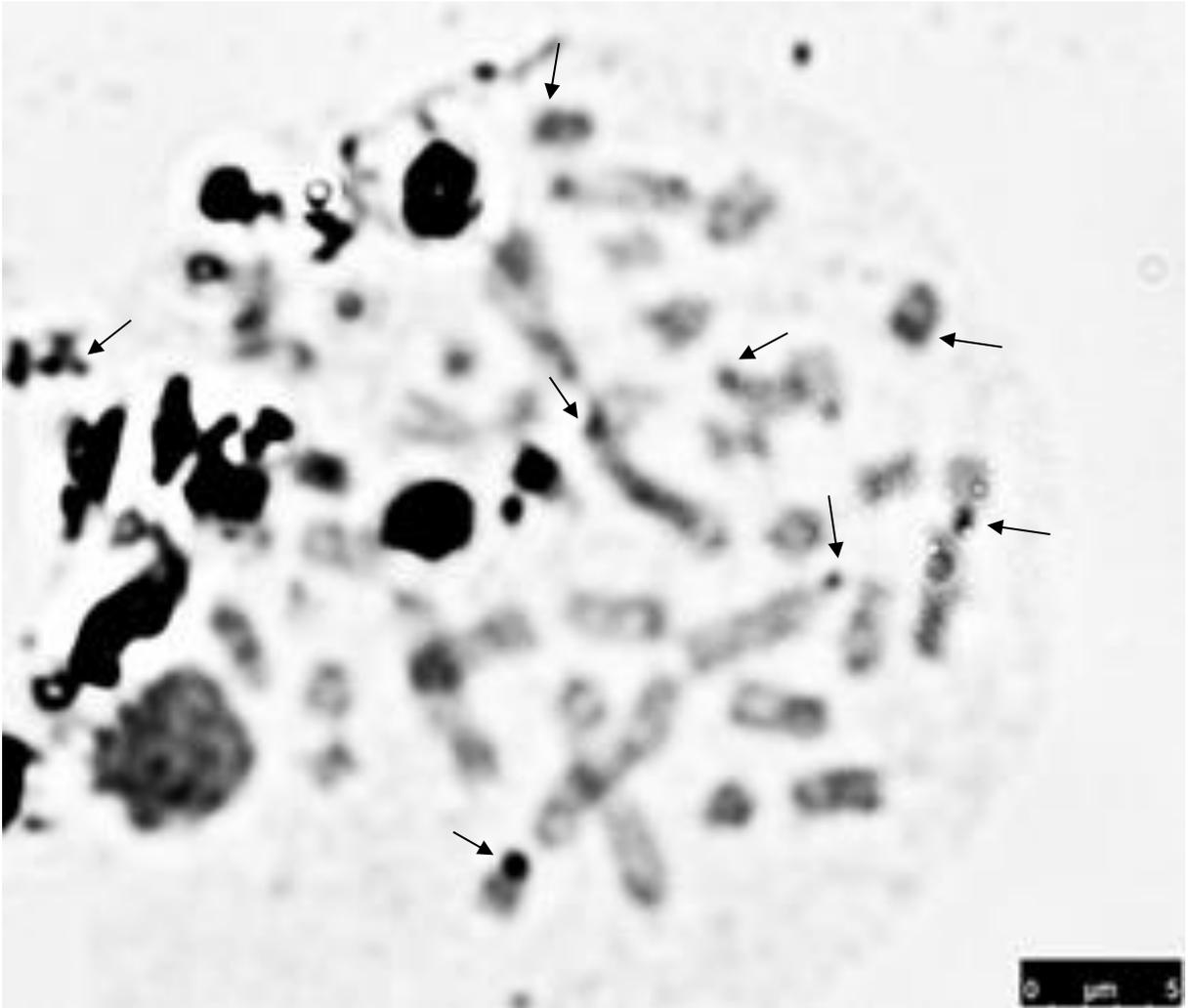


Figura 17: Metáfase de *Rhipidomys cariri* ($2n=44$ e $NF=50$) macho submetida a bandeamento Ag-RON. As setas indicam cromossomos portadores de sítios de DNA ribossomal ativos.

3.2.3.4 FISH

A hibridização com sondas DNAr 45S mostrou sinais de que pelo menos um par acrocêntrico pequeno carrega o gene ribossomal. Os sinais se apresentaram na região pericentromérica (Figura 18).

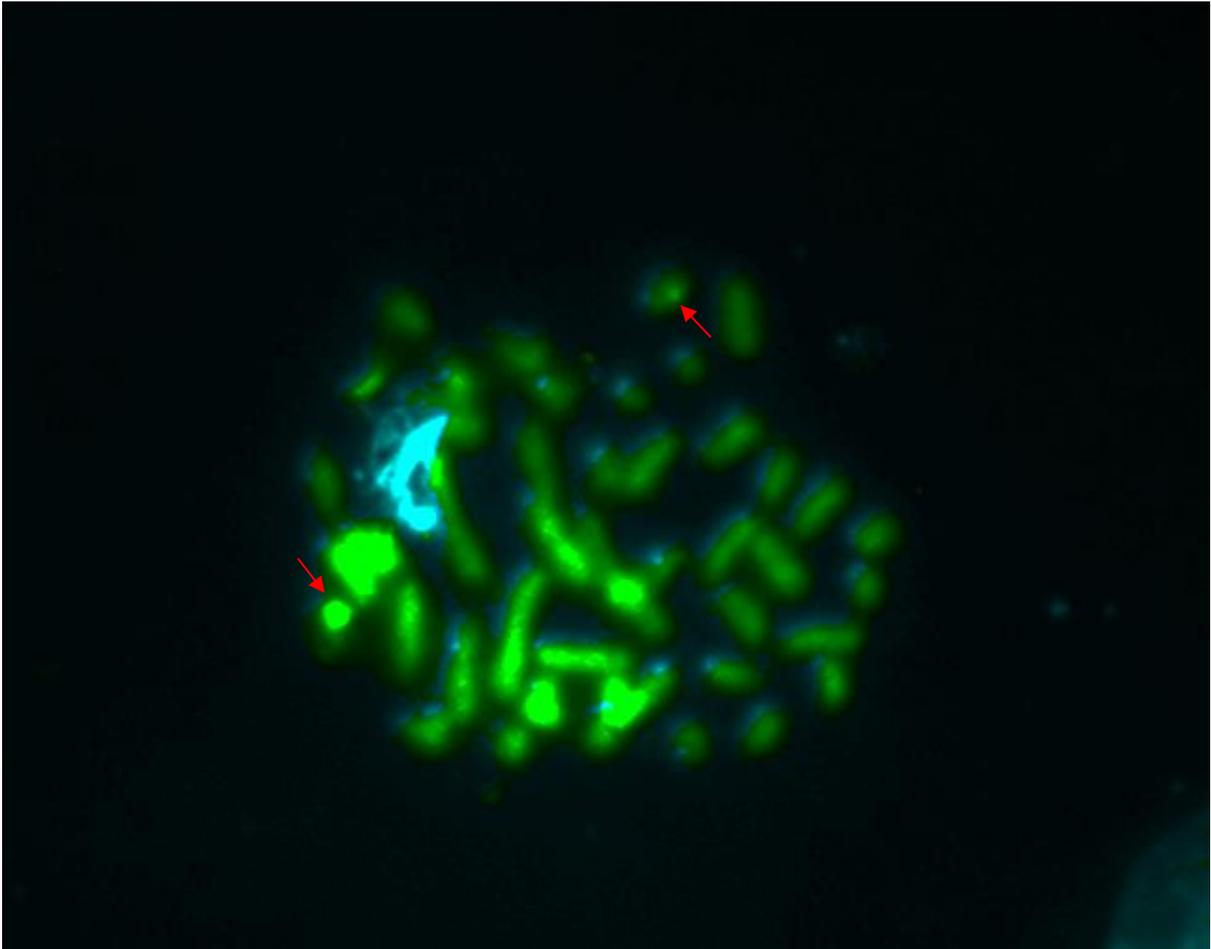


Figura 18: Metáfase de *Rhipidomys cariri* ($2n=44$, $NF=50$) após hibridação *in situ* com a sonda de DNAr 45S. Em destaque (setas vermelhas) estão indicados os pares de cromossomos portadores da sequência.

3.2.3.5 Descrição morfológica

Não foi possível obter dados morfológicos conclusivos a partir dos crânios de *Rhipidomys cariri* devido aos espécimes terem sido identificados como juvenis. Ao observar a série molar destes indivíduos, foi constatado o 3º molar ainda não erupcionado, portanto, não atingiram o total desenvolvimento dos ossos do crânio.

3.3 ANÁLISE MORFOMÉTRICA

Devido ao baixo sucesso captura obtido neste estudo, poucos espécimes foram capturados. Ainda que tenha sido tomadas as medidas dos poucos indivíduos adultos encontrados, para que a análise morfométrica pudesse produzir um resultado adequado seria necessário um número razoável de exemplares, de modo que fosse possível se assegurar quanto a prováveis variações de tamanho entre espécies ou entre populações ou ao longo de sua distribuição geográfica.

4 DISCUSSÃO

4.1. COLETA

Índices de captura podem ser usados para estimar a densidade de populações de mamíferos dada a suposição de que as diferenças na capacidade de captura são proporcionais às diferenças nas densidades populacionais. O sucesso de captura de roedores sigmodontíneos no Parque Nacional do Catimbau deste estudo foi considerado baixo, com apenas 17 espécimes (dois gêneros e duas espécies) mesmo com um esforço amostral de 6720 armadilhas-noite. O estudo realizado por Geise et al. (2010) durante o período chuvoso no PARNA Catimbau obteve um sucesso de captura maior, totalizando 37 espécimes (cinco gêneros e cinco espécies) de sigmodontíneos capturados com esforço bem menor, de 1.331 armadilhas-noite. Tal diferença pode estar relacionada ao período em que foi realizado o estudo, como relatado por Streilein (1982a) que capturou um grande número de indivíduos em uma área da Caatinga pernambucana. Para a região do PARNA Catimbau, é provável que registros adicionais sejam relatados em levantamentos realizados em diferentes períodos climáticos, como por exemplo ao final da estação chuvosa (STREILEIN, 1982a; CERQUEIRA, 2005; FREITAS et al., 2005; BEZERRA, 2014).

Poucos são os estudos que possuem uma boa amostragem sobre os parâmetros populacionais e estrutura de comunidades de pequenos mamíferos relatados para a Caatinga, o que acaba por sua vez passando uma ideia de baixa riqueza e abundância quando observados apenas estudos de curta duração ou baixo esforço amostral. Investigações como a realizada por Streilein durante 15 meses que somou um esforço de captura de 25.000 armadilhas-noite, em um sucesso de 5,4% (STREILEIN, 1982a, 1982b) mostram isso. Além disso, até mesmo outros biomas mais úmidos que a Caatinga também podem apresentar baixos níveis de captura, como: Floresta amazônica variando de 0,5 a 2% de sucesso (GUILLOTIN, 1982), Mata atlântica variando de 1.5% a 5.1% (R. PARDINI em teses de doutorado não publicada).

A caracterização citogenéticas dos exemplares das espécies, *Calomys mattevii*, *Rhipidomys sp.* e *Wiedomys pyrrhorhinos* analisadas neste trabalho trouxe novas informações que acrescentam a diversidade de polimorfismos que podem ser encontradas dentro da subfamília sigmodontinae; sobre tudo para a tribo Thomasomyini que possui um número bem menor de dados citogenéticos quando comparado as outras tribos. As variações observadas, sobre tudo para a mudança no número fundamental de braços cromossômicos, são considerações importantes que podem ser resolutivas para a hipótese geral de evolução

cromossômica dos sigmodontíneos em direção a uma diminuição no número cromossômico e fundamental de um complemento inicial de 70 a 80 cromossomos (GARDNER; PATTON, 1976; PEARSON; PATTON, 1976).

4.2 CALOMYS MATTEVII

Os representantes do gênero *Calomys* são muito uniformes morfologicamente, tanto que a contagem do complemento diplóide se tornou a melhor alternativa para assegurar a identificação das espécies. A espécie *Calomys mattevii* recentemente descrita (GURGEL-FILHO et al., 2015) foi baseada em análises morfométricas e citogenéticas, cuja ocorrência vai do Nordeste e Centro do Brasil; do Piauí e Ceará através de Pernambuco, Sergipe, Bahia, Tocantins, até Goiás, Distrito Federal e Minas Gerais. Trata-se de uma espécie críptica que tem sido arbitrariamente e erroneamente associada a espécie *Calomys expulsus* ($2n=66$ e $NF=68$). Entretanto, Gurgel-Filho et al 2015 recomendam uma considerável mudança quanto ao cariótipo tipo de *C. expulsus* baseando-se na publicação de Geise (1996), em que descreve o cariótipo de espécimes de *C. expulsus* como sendo $2n=36$ e $NF=66$ obtidos de Lagoa Santa, MG. Dessa forma, *Calomys cerqueirai* ($2n=38$ e $NF=66$) seria tratado como um sinônimo de *C. expulsus*. Tal mudança já vem sendo implementada nas publicações mais recentes, como por exemplo GEISE et al. (2017). Entretanto, Bonvicino e Almeida (2000) afirma que não houve confirmação por critérios morfológicos de que os espécimes estudados por Geise (1996) sejam de fato *C. expulsus* e sua posterior identificação não foi realizada. Desde então, são muitos os estudos que utilizam o cariótipo tipo de *C. expulsus* como sendo $2n=66$ e $NF=68$ (BONVICINO; ALMEIDA, 2000; PEREIRA; GEISE, 2007; SALAZAR-BRAVO, 2015).

Neste trabalho foi observado um padrão de bandas C no cariótipo em populações do PARNA Catimbau de *Calomys mattevii* que diverge do descrito por Bonvicino e Almeida (2000) para a espécie *Calomys expulsus* (= *C. mattevii*) de exemplares obtidos do Estado de Goiás e Bahia; em que todos os 32 pares autossômicos apresentaram pequenos blocos de heterocromatina na região pericentromérica. Este último padrão é encontrado também em *Calomys tener* (FAGUNDES et al., 2001), que possui uma relação filogenética próxima com a espécie *C. expulsus* (= *C. mattevii*) segundo análises morfológicas (CORDEIRO-ESTRELA et al., 2006), bem como a fórmula cariotípica muito semelhante equivalente a $2n=66$ e $NF=66$; diferindo apenas por possuir 31 pares acrocêntricos. Para as populações do PARNA Catimbau foi observada uma perda no número de autossomos portadores das bandas C, bem como a presença de blocos de HC na região telomérica de vários pares autossômicos. Um padrão

semelhante onde apenas a maioria dos autossomos apresentou bandas C (apenas na região pericentromérica) foi identificado na espécie *Calomys callosus expulsus* (= *C. mattevii*), cuja cariótipo é $2n=66$ e $NF=68$, oriundas do Distrito Federal e do estado de Goiás (SVARTMAN; ALMEIDA, 1992); contrastando com os espécimes analisados por Bonvicino e Almeida (2000) no mesmo Estado. Espécies que ocorrem em outros países, como *Calomys laucha* ($2n = 64$) e *Calomys musculinus* ($2n = 38$) da Argentina também diferem em relação ao conteúdo de heterocromatina constitutiva, ausente nas primeiras espécies e presente em grandes quantidades nas regiões centroméricas dos cromossomos de *C. musculinus* (CORACH et al., 1988). Tais variações ilustram bem como o conteúdo de heterocromatina costuma variar de modo intra e interespecífico no gênero *Calomys*.

Variações intra e interespecíficas também foram observadas na quantidade regiões organizadoras de nucléolo detectadas quando comparando as populações de *C. mattevii* do PARNA Catimbau, a qual variou entre 6 e 26 RONS distribuídas majoritariamente nos braços curtos dos cromossomos acrocêntricos, como também na região intersticial do par 1 e telomérica dos braços longos do par 2. Além disso, foram confirmados dois pares de acrocêntricos pequenos portadores da sequência DNAr 45S na região telomérica dos braços curtos. O número de RONS encontrados em *Calomys callosus expulsus* (= *Calomys mattevii*) em populações do Distrito Federal, mostrou uma variação entre 6 e 16 marcações Ag-RON, todas localizadas nos braços curtos dos cromossomos acrocêntricos (SVARTMAN; ALMEIDA, 1992), o que demonstra bem a variação intraespecífica que ocorre em *C. mattevii*. Por outro lado, *C. tener* exibiu de 2 a 18 RONS, em sua maioria nas regiões teloméricas dos braços curtos, como também foram detectadas nos braços longos e em ambos os telômeros de alguns acrocêntricos em populações de São Paulo e Mato Grosso (FAGUNDES et al., 2001). Contudo, também foi observado em *C. tener* variações entre 9 e 13 autossomos marcados com Ag-RON em populações do Distrito Federal, Estado de Goiás (SVARTMAN; ALMEIDA, 1992). Tais evento demonstram como são acentuados os rearranjos envolvendo sequências de DNA ribossomal no gênero *Calomys*. Por outro lado, *Calomys tocantinsi* ($2n=46$ e $NF=66$) apresentou entre 5 e 12 RONS nas regiões teloméricas dos braços curtos (FAGUNDES et al., 2001), enquanto que *C. callosus* mostrou uma variação bem menor de cromossomos marcados, variando entre 5 e 9 RONS (SOUZA, 1981). Para este gênero é comum a presença de múltiplas Ag-RONS, e *C. mattevii* apresentou um dos maiores conjuntos Ag-RON deste gênero.

Um conjunto muito pequeno de dados citogenéticos são conhecidos utilizando a técnica de FISH em espécies da subfamília Sigmodontinae. Para o gênero *Calomys* são conhecidos trabalhos que utilizam sondas teloméricas e investigam a distribuição de sinais teloméricos nos complementos cromossômicos das espécies *C. laucha*, *C. musculinus* e *C. venustus* (ORTIZ et al., 2007). Por sua vez, revelam a posição dos telômeros e menos frequentemente sinais podem ser detectados em locais não teloméricos adicionais, principalmente em regiões pericêntricas, mas também em sítios intersticiais, e a distribuição desses sinais teloméricos internos (ITS) pode variar entre espécies estreitamente relacionadas e podem ser bastante úteis para identificar polimorfismos, e localizar o local de uma quebra cromossômica que tenha ocorrido durante um rearranjo cromossômico da espécie (MEYNE et al., 1990; AZZALIN et al., 2001; FARAVELLI et al., 2002; NERGADZE et al., 2004). Este trabalho trouxe um novo conjunto de dados a partir da técnica de FISH, utilizando sondas de DNAr 45S, que por sua vez pode ser útil para identificar polimorfismos ocorrendo por pequenas variações cromossômicas intra ou interespecíficas. Isto pode ser observado em cinco espécies amazônicas do gênero *Oecomys* (tribo Oryzomyini) em um estudo utilizando sondas de DNAr 18S e 5S (JUNIOR et al., 2016).

Além das diferenças citogenéticas, as análises morfológicas evidenciaram uma divergência em alguns aspectos do crânio quando comparada as amostras analisadas com a descrição tipo da espécie. Apesar da maioria das características estar semelhante ao descrito para *C. mattevii* (GURGEL-FILHO et al., 2015) para o formato do crânio, foramens, bula timpânica e aspectos gerais dos dentes, é possível notar diferenças no arco zigomático e na mandíbula. Uma sutil diferença consiste no arco zigomático sendo mais estreito nas populações do PARNA Catimbau, enquanto que o esperado seria um arco levemente expandido lateralmente. Na mandíbula o processo angular bem desenvolvido se projeta caudalmente nos espécimes analisados, diferente do esperado nesta espécie em que o processo angular não ultrapassa ou se iguala ao processo condilar. Apesar da semelhança morfológica compartilhada entre as diferentes espécies deste gênero, a espécie *C. mattevii* mostrou-se como grupo que não é tão morfológicamente uniforme.

4.3 WIEDOMYS PYRRHORHINOS

O cariótipo tipo de *W. pyrrhorhinos* foi descrito a partir de espécimes capturados em Bom Conselho e Cachoeirinha no estado de Pernambuco. A descrição do cariótipo correspondente à $2n=62$ e $NF=86$, na qual 13 pares autossômico são metacêntricos e submetacêntricos, enquanto 17 pares são acrocêntricos. Os cromossomos sexuais também são

acrocêntricos, sendo o cromossomo X o que possui o maior tamanho (MAIA; LANGGUTH, 1987). Desde então, foram encontradas mais quatro variantes do número fundamental de braços cromossômicos. Duas variantes foram encontradas em espécimes encontrados na Bahia originadas a partir da inversão pericentromérica de seis pares autossômicos e com notável diferença quanto ao maior par do complemento; sendo este um par autossômico submetacêntrico (SOUZA et al., 2011; GONÇALVES et al., 2015). As outras duas variantes foram encontradas na região do Jequitinhonha incluindo um par acrocêntrico polimórfico (GEISE et al., 2017). A primeira lista de espécies de mamíferos do PARNA Catimbau (GEISE et al., 2010) capturou dois exemplares identificados como *Wiedomys pyrrhorhinos* que exibiram um cariótipo semelhante ao descrito por Maia e Langguth (1987) em espécimes de Bom Conselho e Cachoeirinha no Estado de Pernambuco e diferentes dos espécimes analisados neste trabalho.

Este trabalho trouxe mais duas variações para o número fundamental de braços cromossômicos, ambas encontradas no PARNA Catimbau: citótipo A: $2n=62$ e $NF=82$ (11 pares metacêntricos e submetacêntricos e 19 acrocêntricos) e citótipo B $2n=62$ e $NF=84$ (12 pares metacêntricos e submetacêntricos e 18 pares acrocêntricos); sendo o primeiro citótipo o menor NF encontrado na espécie até então. O maior cromossomo do complemento foi o cromossomo X, um grande cromossomo acrocêntrico, e o cromossomo Y mostrou-se como um pequeno acrocêntrico; semelhante ao observado no cariótipo tipo e diferente das variantes encontradas na Bahia. A identificação do tipo de alteração citogenética que levou ao polimorfismo na população observada neste trabalho só será possível quando houver uma análise por bandeamento G disponível. A espécie soma agora seis citótipos variantes. O PARNA Catimbau se mostrou uma região de importante diversidade genética para *W. pyrrhorhinos*, onde é possível encontrar três citótipos diferentes, incluindo o cariótipo tipo encontrado por Geise et al. (2010).

As populações de Bom Conselho e Cachoeirinha mostraram blocos de heterocromatina constitutiva pericentroméricos ocorrendo em 22 pares autossômico do complemento diploide, juntamente com o cromossomo X e um cromossomo Y fortemente heterocromático (MAIA; LANGGUTH, 1987). Além disso, a população de Morro do Chapéu na Bahia fora bastante próxima a este padrão, variando apenas pela ausência de blocos heterocromáticos no 4º par autossômico, totalizando 21 pares com blocos de HC (SOUZA et al., 2011). O bandeamento C aplicado aos citótipos encontrados no PARNA Catimbau resultou em dois padrões novos para

esta espécie, com 28 pares e 27 pares de autossomos, dos citótipos A e B respectivamente, com blocos de HC. O bandeamento C do citótipo A se diferencia pela presença de bandas C na região pericentromérica do par 17, enquanto que no citótipo B ela é claramente ausente. Além disso, o citótipo B apresenta blocos de HC nas regiões teloméricas dos pares 25 e 26, enquanto que no citótipo A apenas no par 16 contém HC nessa região. As bandas teloméricas dos braços longos não haviam sido documentadas nesta espécie até então. Adicionalmente, foi observada uma variação quanto a presença de banda C no cromossomo sexual X em ambos os citótipos investigados. No caso do citótipo B, um dos homólogos do cromossomo X não continha a banda C enquanto o outro apresentava uma marcação bem evidente. É possível que isto seja devido ao cruzamento de indivíduos que continham padrões distintos de disposição da heterocromatina constitutiva neste cromossomo. Para os cromossomos Y não foram identificadas variações, apresentando-se fortemente heterocromático.

A distribuição cromossômica dos sítios Ag-NOR em todas estas populações observadas são teloméricas e localizadas nos braços curtos de até quatro pares de cromossomos submetacêntricos e acrocêntricos (MAIA; LANGGUTH, 1987; SOUZA et al., 2011). Contudo, existe uma variação quanto à distribuição desses sítios em populações do PARNA Catimbau, onde um número maior de sítios Ag-NOR foi identificado, incluindo regiões teloméricas dos braços longos de alguns pares acrocêntricos e também cromossomos metacêntricos. Os sítios observados combinaram com conjunto de dados a partir da técnica de FISH utilizando sondas de DNAr 45S, onde um par metacêntrico mostrou sinais em todas as terminações teloméricas além de uma marcação intersticial no par submetacêntrico. Esses são os primeiros os primeiros dados utilizando citogenética molecular nesta espécie, e pode ser útil para investigar os polimorfismos no número de sítios ativos da NOR por célula que parece ser comum em roedores e tem sido relatado para outras espécies (YONENAGA-YASSUDA et al., 1992; SVARTMAN; ALMEIDA, 1993; LIMA et al., 2003; SOUZA et al., 2007). Além dos poucos dados citogenéticos disponíveis para esta espécie, a única análise molecular disponível é restrita a comparações entre populações únicas de *W. cerradensis* e *W. pyrrhorhinus* da Bahia (GONÇALVES et al., 2005); e por outro lado, existe apenas um estudo que lida com variações morfológicas e morfométricas que abrange populações de *W. pyrrhorhinus* da maioria dos Estados da região Nordeste (LOPES, 2005). Desse modo, como também já sugerido por Souza (2011) e reforçado neste trabalho, se faz necessário análises comparando diferentes populações de *W. pyrrhorhinus*, incluindo abordagens moleculares, como o sequenciamento de DNA de

genes mitocondriais e análise de microssatélites, podem ajudar a entender os limites geográficos de cada população e suas respectivas relações filogenéticas.

Apesar das diferenças citogenéticas encontradas nas populações do PARNA Catimbau, o crânio de *W. pyrrhorhinos* mostrou-se bastante semelhante sob o ponto de vista morfológico ao esperado para esta espécie (BONVICINO, 2015). Para todos os aspectos do crânio, apenas o comprimento do palato mostrou-se mais longo do que o descrito na literatura, terminando após os 3º molares, como descrito em populações de Minas Gerais e Bahia observadas por Lopes (2005). A presença e ausência do suporte alisfenóide nos espécimes analisados, reforça a indicação de que a estrutura é comum e variável em espécies de *W. pyrrhorhinos* (BONVICINO, 2015) e não um trato diferencial de *W. cerradensis* (GONÇALVES et al., 2005).

4.4 RHIPIDOMYS CARIRI

O gênero *Rhipidomys* apresenta uma alta diversidade de cariótipos que tem se originado a partir de inversões pericêntricas e variação de heterocromatina constitutiva, como observado por Zanchin (1992) comparando o bandeamento G de espécimes de Domingos Martins no Espírito Santo e Una na Bahia. Outro exemplo em roedores neotropicais, a espécie *Oligoryzomys nigripes* apresenta polimorfismo interpopulacional e intrapopulacional devido a inversões pericêntricas em quatro pares autossômicos (MYERS; CARLETON, 1981; ZANCHIN, 1988; ALMEIDA; YONENAGA-YASSUDA, 1991; BONVICINO et al., 2001; PARESQUE et al., 2007). Existem cinco espécies que compartilham os mesmos números do cariótipo *Rhipidomys cariri* Tribe 2005 deste trabalho ($2n=44$ e $NF=50$), porém não com a mesma morfologia; são elas: *R. macrurus* (TRIBE, 1996), *R. gardneri* (PATTON, 2000), *R. macconnelli* (AGUILERA et al., 1994), *R. itoan* (COSTA et al., 2011). Entretanto, análises citogenéticas e moleculares ilustradas por Thomazini (2009) revelam a grande variedade de citótipos que podem ser encontrados no leste do Brasil; classificando o cariótipo encontrado na região do PARNA Catimbau como sendo um destes 11 citótipos diferentes contidos no grupo *Rhipidomys leucodactylus* que ocorrem também nos Estados do Mato Grosso (Ribeirão Cascalheiras), Bahia (Andaraí) e Ceará (Crato), Piauí (Bom Jesus e Caracol), e para Bolivar na Venezuela (AGUILERA et al., 1994; SOUZA, 2008; THOMAZINI, 2009). Entretanto, são poucos os dados encontrados na literatura que vão além da coloração convencional para o *Rhipidomys* encontrados no PARNA Catimbau, inclusive no número de indivíduos analisados.

Como já foi observado neste gênero, boa parte do polimorfismo deste gênero é atribuído ao rearranjo de heterocromatina dentro do cariótipo. Porém, os dados de bandeamento para esta espécie são confusos pois diferentes cariótipos foram atribuídos a espécie *R. cariri*. Por exemplo, a caracterização citogenética desta espécie a partir de indivíduos capturados em Berilo no estado de Minas Gerais (CARVALHO, 2009) definiu um cariótipo referente a $2n=44$ e $NF=50$, contendo apenas dois pares metacêntricos neste complemento e um 10º par subtlocêntrico, bem como foi afirmado que seria a primeira definição do padrão de bandas C para *R. cariri*. Por outro lado, Thomazini (2009) na mesma época compilou dados cariotípicos referentes ao cariótipo de *R. cariri* consistindo em $2n=44$ e $NF=50$, porém com três pares metacêntricos e um submetacêntrico. Este último trabalho não utilizou dados de bandeamentos, apenas coloração convencional e análise molecular. Alguns anos depois, Carvalho (2012) trouxe uma mudança quanto a identificação dos dados de *R. cariri*, apresentando-o dessa vez como *Rhipidomys sp.* para se referir aos espécimes obtidos em Berilo-MG, mantendo todos os resultados encontrados no bandeamento C e Ag-RON para esta nova classificação. Os dados obtidos por Thomazini, além de Geise (2010) e Costa (2011), foram utilizados para definir os limites de distribuição geográfica e o cariótipo da espécie *R. cariri* na compilação feita por Tribe (2015). Sendo assim, os resultados apresentados neste trabalho definem o primeiro padrão de banda C para a espécie *Rhipidomys cariri*.

O padrão de bandeamento C de *R. cariri* difere dos padrões encontrados em outras espécies que compartilham os mesmos números diploide e de braços autossômicos. Ao comparar com *R. macrurus* do estado de Goiás, vemos que este possui bandas C pericentroméricas em poucos pares autossômicos e no cromossomo X; além de uma banda intersticial no 1º par (SVARTMAN; ALMEIDA, 1993). Entretanto, para esta mesma espécie foi observado variações na distribuição de HC como a ausência da banda intersticial do 1º par e no surgimento de mais pares autossômicos marcados em espécimes do estado de Minas Gerais (CARVALHO, 2009). Por outro lado, *R. leucodactylus* ($2n=44$ e $NF=52$) apresenta bandas C em quase todo o seu complemento diploide, inclusive nos braços curtos do cromossomo X submetacêntrico (ANDRADES-MIRANDA et al., 2002), semelhante ao que é observado em *R. cariri*. Já o cromossomo Y se apresenta como sendo fortemente heterocromático nestas diferentes espécies (SVARTMAN; ALMEIDA, 1993; ANDRADES-MIRANDA et al., 2002; CARVALHO, 2009).

A coloração por nitrato de prata em metáfases de *R. cariri* revelou um conjunto de pelo menos 12 sítios Ag-RON nas regiões teloméricas dos braços curtos e longos de diferentes autossomos. Um padrão semelhante pode ser encontrado na espécie *R. mastacalis* que possui pelo menos seis pares portadores de RON (CARVALHO, 2009). Também foi observada uma banda Ag-RON na região intersticial do par 2 que coincide com a banda C presente neste mesmo par. Em outra espécie de *Rhipidomys*, a banda C intersticial descrita para o par 1 de *R. macrurus* por sua vez não apresentou marcação Ag-RON (SVARTMAN; ALMEIDA, 1993), diferente do obtido neste estudo. Isto provavelmente se deve ao fato de as RONS serem muito variáveis; podendo supor que houve reorganização dos genes ribossômicos no genoma ou uma diferença na atividade desses genes, já que o nitrato de prata tem afinidade pelas proteínas envolvidas na transcrição de RNA ribossômico.

A hibridação *in situ* fluorescente com sondas ribossômicas ajudam a esclarecer quais são os pares portadores de DNA ribossomal. Foi confirmada a presença de um par acrocêntrico pequeno carregando a sequência de DNA 45S, na qual também apresentaram marcações Ag-RON bem como bandas C. A localização dos sítios de DNAr 45S em regiões sujeitas a mutações mais frequentes, faz com que este marcador seja útil para identificar polimorfismo em espécie proximamente relacionadas. Para os roedores, a diversidade de NOR é um indicador de altas taxas de transposição intracromossômica na ausência de rearranjos visíveis, sugerindo, mais uma vez, que esse caráter representa um estado derivado para este táxon (GROZDANOV et al., 2003; BRITTON-DAVIDIAN et al., 2012). Diferente do observado em sítios de DNA 5S que se localizam com mais frequência na região intersticial dos cromossomos, mantendo-o assim mais protegido de eventuais rearranjos cromossômicos, tal qual pode ser visto em *Akodontini*, que mostra a conservação dos sítios cromossômicos do DNAr 5S, apesar da grande variabilidade cromossômica dentro do grupo (VENTURA et al., 2012; JUNIOR et al., 2016). Poucos são os estudos utilizando citogenética molecular no gênero *Rhipidomys*, ficando restrito a investigações que utilizaram sondas teloméricas (CARVALHO, 2012).

5 CONCLUSÕES

- Os exemplares de *Wiedomys pyrrhorhinos* obtidos neste estudo ilustram uma variação intraespecífica para os critérios citogenéticos e morfológicos, apresentando polimorfismo quanto ao número fundamental de braços autossômicos, distribuição de heterocromatina e rearranjo das regiões organizadoras de nucléolo. Os aspectos morfológicos encontrados são semelhantes para o esperado para esta espécie, exceto por um palato mais longo.
- Foram obtidos os primeiros resultados utilizando a técnica de FISH com sondas de DNA ribossomal 45S para a espécie *W. pyrrhorhinos*, mostrando que dois pares de cromossomos, um metacêntrico e outro submetacêntrico, como portadores desta sequência.
- Os exemplares de *Calomys mattevii*, cuja variação NF=70 descrita em Buíque, ocorrem dentro do PARNA Catimbau.
- Os padrões de distribuição de heterocromatina e das regiões organizadoras de nucléolo diferem dos padrões encontrados *Calomys mattevi* de outras localidades do Centro-Oeste do Brasil, revelando uma outra variação intraespecífica ocorrendo no PARNA Catimbau.
- Foram obtidos os primeiros resultados utilizando a técnica de FISH com sondas de DNA ribossomal 45S para esta espécie, mostrando que dois pares de cromossomos acrocêntricos como portadores desta sequência.
- Os aspectos morfológicos do gênero *Calomys* são semelhantes a literatura, exceto por um processo angular mais extenso para a região caudal.
- O cariótipo observado para os exemplares de *Rhipidomys cariri* do PARNA Catimbau é semelhante para o descrito para esta espécie.
- Este trabalho apresenta o primeiro padrão de bandeamento C e de distribuição das regiões organizadoras de nucléolo desta espécie.
- Foram obtidos os primeiros resultados utilizando a técnica de FISH com sondas de DNA ribossomal 45S para esta espécie *Rhipidomys cariri*, mostrando que apenas um par de cromossomos acrocêntricos contém a sequência.
- O PARNA Catimbau revelou ser uma região que abrange diferentes linhagens de sigmodontíneos, e agora soma cinco espécies registradas nesta região.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. J. C.; YONENAGA-YASSUDA, Y. Pericentric inversions and sex chromosome heteromorphisms in *Oryzomys nigripes* (Rodentia, Cricetidae). **Caryologia**, v. 44, n. 1, p. 63-73, 1991.
- ANDRADES-MIRANDA, J. et al. Genetic studies in representatives of genus *Rhipidomys* (Rodentia, Sigmodontinae) from Brazil. **Acta Theriologica**, v. 47, n. 2, p. 125-135, 2002.
- ASFORA, P. H.; PONTES, A. R. M. The small mammals of the highly impacted North-eastern Atlantic Forest of Brazil, Pernambuco Endemism Center. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 1, p. 0-0, 2009.
- AGUILERA, M. et al. Karyosystematics of *Aepeomys* and *Rhipidomys* (Rodentia: Cricetidae). **Acta Científica Venezolana**, v. 45, p. 247-248, 1994.
- AGUILERA, M.; PÉREZ-ZAPATA, A.; MARTINO, A. Cytogenetics and karyosystematics of *Oryzomys albigularis* (Rodentia, Cricetidae) from Venezuela. **Cytogenetic and Genome Research**, v. 69, n. 1-2, p. 44-49, 1995.
- AZZALIN, C. M.; NERGADZE, S. G.; GIULOTTO, E. Human intrachromosomal telomeric-like repeats: sequence organization and mechanisms of origin. **Chromosoma**, v. 110, n. 2, p. 75-82, 2001.
- BEZERRA, A. M. R. et al. Subsidies for a poorly known endemic semiarid biome of Brazil: non-volant mammals of an eastern region of Caatinga. **Zoological Studies**, v. 53, n. 1, p. 16, 2014.
- BIANCHI, N. O. et al. Cytogenetics of the South American akodont rodents (Cricetidae). I. A progress report of Argentinian and Venezuelan forms. **Evolution**, p. 724-736, 1971.
- BONVICINO, C.; ALMEIDA, F. C. Karyotype, morphology and taxonomic status of *Calomys expulsus* (Rodentia: Sigmodontinae). **Mammalia**, v. 64, n. 3, p. 339-352, 2000.
- BONVICINO, C. R.; OLIVEIRA, J. A.; D'ANDREA, P. S. Guia dos roedores do Brasil, com chaves para gêneros baseadas em caracteres externos. **Rio de Janeiro: Centro Pan-Americano de Febre Aftosa-OPAS/OMS**, v. 120, 2008.
- BONVICINO, C. R.; OLIVEIRA, J. A.; GENTILE, R. A new species of *Calomys* (Rodentia: Sigmodontinae) from eastern Brazil. **Zootaxa**, v. 2336, n. 1, p. 19-35, 2010.
- BONVICINO, C. R. Genus *Wiedomys* Hershkovitz, 1959. In PATTON, J. L.; PARDIÑAS, Ulyses F. J.; D'ELÍA, G. (Ed.). **Mammals of South America, volume 2: rodents**. University of Chicago Press, 2015. 683-685.
- BRITO, J. M. et al. New species of arboreal rat of the genus *Rhipidomys* (Cricetidae, Sigmodontinae) from Sangay National Park, Ecuador. **Neotropical Biodiversity**, v. 3, n. 1, p. 65-79, 2017.
- BRITTON-DAVIDIAN, J.; ROBINSON, T. J.; VEYRUNES, F. Systematics and evolution of the African pygmy mice, subgenus *Nannomys*: a review. **Acta Oecologica**, v. 42, p. 41-49, 2012.

CARMIGNOTTO, A. P.; VIVO, M.; LANGGUTH, A. Mammals of the Cerrado and Caatinga: distribution patterns of the tropical open biomes of Central South America. In: Patterson BD, Costa LP (eds). **Bones, clones and biomes**. University of Chicago Press, Chicago, 2012. p. 307–350

CARMIGNOTTO, A. P.; ASTÚA, D. Mammals of the Caatinga: Diversity, Ecology, Biogeography, and Conservation. In: SILVA, J. M. C.; BARBOSA, L. C. F.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. **The Caatinga: Understanding the Challenges. Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America**, 2018. p. 211-244.

CARLETON, M. D.; MUSSER, G. G. Order rodentia. In: WILSON, D. E.; REEDER, D. M. (Ed.). **Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference**. JHU Press, 2005. p.745-752.

CARVALHO, A. H. **Caracterização citogenética de espécies de *Rhipidomys* (Cricetidae, Rodentia) de Minas Gerais**. (Mestrado em genética) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

CARVALHO, A. H.; LOPES, M. O. G.; SVARTMAN, M. A new karyotype for *Rhipidomys* (Rodentia, Cricetidae) from Southeastern Brazil. **Comparative cytogenetics**, v. 6, n. 3, p. 227, 2012.

CERQUEIRA, R. Fatores ambientais e a reprodução de marsupiais e roedores no leste do Brasil. **Arquivos do Museu Nacional**, v. 63, n. 1, p. 29-39, 2005.

CESTARI, A. N.; IMADA, J. Os cromossomos do roedor *Akodon arviculoides* cursor Winge, 1888 (Cricetidae, Rodentia). **Ciência e Cultura**, v. 20, p. 758-762, 1968.

CICCIOLI, M. A. Classical, C and Cd-banding karyotypes in mitotic and meiotic chromosomes of *Calomys musculinus* (Rodentia, Cricetidae). **Caryologia**, v. 44, n. 2, p. 177-186, 1991.

CICCIOLI, M. A.; POGGIO, L. Genome size in *Calomys laucha* and *Calomys musculinus* (Rodentia, Cricetidae). **Genetics Selection Evolution**, v. 25, n. 2, p. 109, 1993.

CORACH, D.; BIANCHI, N. O.; VIDAL-RIAJA, L. DNA characteristics in species of *Calomys* (Rodentia, Cricetidae). **Cytologia**, v. 53, n. 1, p. 73-79, 1988.

CORDEIRO-ESTRELA, P. et al. Interspecific patterns of skull variation between sympatric Brazilian vesper mice: geometric morphometrics assessment. **Journal of Mammalogy**, v. 87, n. 6, p. 1270-1279, 2006.

COSTA, B. M. et al. Phylogeography of *Rhipidomys* (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae) and description of two new species from southeastern Brazil. **Journal of Mammalogy**, v. 92, n. 5, p. 945-962, 2011.

D'ELÍA G. Phylogenetics of Sigmodontinae (Rodentia, Muroidea, Cricetidae), with special reference to the akodont group, and with additional comments on historical biogeography. **Cladistics**, v. 19, n. 4, p. 307-323, 2003.

D'ELÍA, G.; PARDIÑAS, U. F. J. Subfamily Sigmodontinae Wagner, 1843. In PATTON, J. L.; PARDIÑAS, U. F. J.; D'ELÍA, G. (Ed.). **Mammals of South America, volume 2: rodents**. University of Chicago Press, 2015. 63-70.

- DILLON, N. Heterochromatin structure and function. **Biology of the Cell**, v. 96, n. 8, p. 631-637, 2004.
- DI-NIZO, C. B. et al. Advances in cytogenetics of Brazilian rodents: cytotaxonomy, chromosome evolution and new karyotypic data. **Comparative cytogenetics**, v. 11, n. 4, p. 833, 2017.
- FAGUNDES, V. et al. A new species of *Calomys* (Rodentia, Sigmodontinae) from Central Brazil identified by its karyotype. **Hereditas**, v. 133, n. 3, p. 195-200, 2001.
- FARAVELLI, M. et al. Molecular organization of internal telomeric sequences in Chinese hamster chromosomes. **Gene**, v. 283, n. 1-2, p. 11-16, 2002.
- FARIA, M. B. et al. Biogeographic determinants of genetic diversification in the mouse opossum *Gracilinanus agilis* (Didelphimorphia: Didelphidae). **Journal of Heredity**, v. 104, n. 5, p. 613-626, 2013.
- FONSÊCA, Artur et al. Cytogenetic map of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Chromosome Research**, v. 18, n. 4, p. 487-502, 2010.
- FORCONE, A. et al. C bands and G bands of *Calomys musculus* (Rodentia, Cricetidae). **Mendeliana**, v. 5, p.57– 66, 1981.
- FORD, C. E.; HAMERTON, J. L. The chromosomes of man. **Nature**, v. 178, n. 4541, p. 1020, 1956.
- FREITAS, R. R.; ROCHA, P. L. B. Pequenos mamíferos terrestres em cinco tipos de hábitat na Caatinga de Curaçá, BA. In: **Resumos XXIII Congresso Brasileiro de Zoologia**. UFMT, Cuiabá, MT. 2000. p. 549.
- FREITAS, R. R.; ROCHA, P. L. B.; SIMÕES-LOPES, P. C. Habitat structure and small mammals abundances in one semiarid landscape in the Brazilian Caatinga. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 1, p. 119-129, 2005.
- GARDNER, A. L.; PATTON, J. L. Karyotypic variation in oryzomyine rodents (Cricetinae) with comments on chromosomal evolution in the Neotropical cricetine complex. **Occasional papers of the Museum of Zoology**, n. 49, Louisiana State University, 1976.
- GEISE, L. et al. A new karyotype of *Calomys* (Rodentia: Sigmodontinae), with taxonomic considerations. **Revista Brasileira de Genética**, v. 19, n. 3, p. 45, 1996.
- GEISE, L. et al. Non-volant mammals, Parque Nacional do Catimbau, Vale do Catimbau, Buíque, state of Pernambuco, Brazil, with karyologic data. **Check list**, v. 6, n. 1, p. 180-186, 2010.
- GEISE, L. et al. Terrestrial Mammals Of The Jequitinhonha River Basin, Brazil: A Transition Area Between Atlantic Forest and Cerrado. **Mastozoología neotropical**, v. 24, n. 1, 2017.
- GUILLOTIN, P. Rythmes d'activité et régimes alimentaires de *Proechimys cuvieri* et d'*Oryzomys capito velutinus* (Rodentia) en forêt guyanaise. **Revue d'écologie**, 1982.

- JUNIOR, R. G. G. et al. Intense genomic reorganization in the genus *Oecomys* (Rodentia, Sigmodontinae): comparison between DNA barcoding and mapping of repetitive elements in three species of the Brazilian Amazon. **Comparative Cytogenetics**, v. 10, n. 3, p. 401 - 426, 2016.
- GONÇALVES, P. R.; ALMEIDA, Francisca C.; BONVICINO, Cibele R. A new species of *Wiedomys* (Rodentia: Sigmodontinae) from Brazilian Cerrado. **Mammalian Biology**, v. 70, n. 1, p. 46-60, 2005.
- GROZDANOV, P. et al. Complete sequence of the 45-kb mouse ribosomal DNA repeat: analysis of the intergenic spacer☆. **Genomics**, v. 82, n. 6, p. 637-643, 2003.
- GUERRA, M. dos S. **Introdução à citogenética geral**. Guanabara Koogan, 1988.
- GUERRA, M. Hibridização in situ: princípios básicos. **Conceitos e aplicações na citogenética. Sociedade Brasileira de Genética. 1a edição, Ribeirão Preto**, p. 1-32, 2004.
- GURGEL-FILHO, N. M.; FEIJÓ, A.; LANGGUTH, A. Pequenos mamíferos do Ceará (marsupiais, morcegos e roedores sigmodontíneos) com discussão taxonômica de algumas espécies. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 23, n. 3, p. 95-103, 2015.
- GUTIÉRREZ, E. E.; MARINHO-FILHO, J. The mammalian faunas endemic to the Cerrado and the Caatinga. **ZooKeys**, n. 644, p. 105, 2017.
- LARA, M. C.; PATTON, J. L. Evolutionary diversification of spiny rats (genus *Trinomys*, Rodentia: Echimyidae) in the Atlantic Forest of Brazil. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 130, n. 4, p. 661-686, 2000.
- LEAL, I. R. et al. Changing the course of biodiversity conservation in the Caatinga of northeastern Brazil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 701-706, 2005.
- LIMA, F. S. J.; BONVICINO, C. R.; KASAHARA, S. A new karyotype of *Oligoryzomys* (Sigmodontinae, Rodentia) from central Brazil. **Hereditas**, v. 139, n. 1, p. 1-6, 2003.
- LOPES M. O. G. **Análise da variação craniométrica em *Wiedomys pyrrhorhinus* (Wied, 1817) (Rodentia: Muridae)**. (Dissertação de mestrado), PUC Minas, 2015.
- LUND, P. W. **Tillaeg til de to sidste Afhandlinger over Brasiliens Dyreverden för Sidste Jordomvaeltning**. B. Lunos bogtrykkeri, 1840.
- O'BRIEN, S. J.; MENNINGER, J. C.; NASH, W. G. (Ed.). **Atlas of mammalian chromosomes**. John Wiley & Sons, 2006.
- OLIVEIRA, J. A.; FRANCO, S. M. A coleção de mamíferos do Serviço Nacional de Peste no Museu Nacional, Rio de Janeiro, Brasil. **Arquivos do Museu Nacional**, v. 63, n. 1, p. 13-20, 2005.
- ÖSTERGREN, G. Heterochromatic B-chromosomes in *Anthoxanthum*. **Hereditas**, v. 33, n. 1-2, p. 261-296, 1947.
- HEITZ, Emil. **Das heterochromatin der moose**. Bornträger, 1928.
- HERSHKOVITZ, P. Two new genera of South American rodents (Cricetinae). **Proceedings of the Biological Society of Washington**, v. 72, p. 5-10, 1959.

- HOWELL, WM t; BLACK, D. A. Controlled silver-staining of nucleolus organizer regions with a protective colloidal developer: a 1-step method. **Experientia**, v. 36, n. 8, p. 1014-1015, 1980.
- HSU, T. C.; BENIRSCHKE, K. **An atlas of mammalian chromosomes**. Springer Science & Business Media, 2013.
- MAIA, V.; LANGGUTH A. Chromosomes of the Brazilian cricetid rodent *Wiedomys pyrrhorhinos* (Wied, 1821). **Revista Brasileira de Genética**, v. 10, n. 2, p. 229-233, 1987.
- MANSON, R. H.; OSTFELD, R. S.; CANHAM, C. D. Long-term effects of rodent herbivores on tree invasion dynamics along forest–field edges. **Ecology**, v. 82, n. 12, p. 3320-3329, 2001.
- MARES M. A.; WILLIG M. R.; STREILEN K. E.; LATCHER T. E. The mammals of northeastern Brazil; a preliminary assessment. *Annals of Carnegie museum of Nat Hist*. 1981. 50:81–137.
- MATTHEY, R. The chromosomes of the vertebrates. In: **Advances in genetics**. Academic Press, 1951. p. 159-180.
- MEYNE, J. et al. Distribution of non-telomeric sites of the (TTAGGG)_n telomeric sequence in vertebrate chromosomes. **Chromosoma**, v. 99, n. 1, p. 3-10, 1990.
- MUSSER, G.; CARLETON M. Family Muridae. In: WILSON, D. E.; REEDER, D. M. **Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference**. 1993. p. 501-756.
- MUSSER, G.; M. CARLETON. Superfamily Muroidea. In: WILSON, D. E.; REEDER, D. M. (Ed.). **Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference**. JHU Press, 2005. p. 501 – 753.
- MYERS, P. Rodentia. **Animal Diversity Web [internet]**, 2000. Disponível em: <<https://animaldiversity.org/accounts/Rodentia/>> Acesso em: 18 de set. 2018, 12:35:00.
- MYERS, P.; CARLETON, M. D. **The species of *Oryzomys (Oligoryzomys)* in Paraguay and the identity of Azara's "rat sixième ou rat à tarse noir"**. Museum of Zoology, University of Michigan, 1981.
- NASCIMENTO, F. et al. The role of historical barriers in the diversification processes in open vegetation formations during the Miocene/Pliocene using an ancient rodent lineage as a model. **PLoS One**, v. 8, n. 4, p. e61924, 2013.
- NERGADZE, S. G. et al. Insertion of telomeric repeats at intrachromosomal break sites during primate evolution. **Genome research**, v. 14, n. 9, p. 1704-1710, 2004.
- ORTIZ, M. I. et al. Localization of telomeric sequences in the chromosomes of three species of *Calomys* (Rodentia, Sigmodontinae). **Cytologia**, v. 72, n. 2, p. 165-171, 2007.
- PARADA, A. et al. Dating an impressive Neotropical radiation: molecular time estimates for the Sigmodontinae (Rodentia) provide insights into its historical biogeography. **Molecular phylogenetics and Evolution**, v. 66, n. 3, p. 960-968, 2013.

PARESQUE, R. et al. Composição cariotípica da fauna de roedores e marsupiais de duas áreas de Mata Atlântica do Espírito Santo, Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 17, p. 5-33, 2004.

PARESQUE, R. et al. Karyological geographic variation of *Oligoryzomys nigripes* Olfers, 1818 (Rodentia, Cricetidae) from Brazil. **Genetics and Molecular Biology**, v. 30, n. 1, p. 43-53, 2007.

PARESQUE, R.; RODRIGUES, J. S.; RIGHETTI, K. B. Karyotypes of Brazilian non-volant small mammals (Didelphidae and Rodentia): An online tool for accessing the chromosomal diversity. **Genetics and molecular biology**, n. AHEAD, 2018.

PATTON, J. L.; SILVA, M. N. F.; MALCOLM, J. R. Mammals of the Rio Juruá and the evolutionary and ecological diversification of Amazonia. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 2000, n. 244, p. 1-307, 2000.

PATTON, J. L.; PARDIÑAS, U. F. J.; D'ELÍA, G. (Ed.). **Mammals of South America, volume 2: rodents**. University of Chicago Press, 2015.

PEARSON, O. P.; PATTON, J. L. Relationships among South American phyllotine rodents based on chromosome analysis. **Journal of Mammalogy**, v. 57, n. 2, p. 339-350, 1976.

PENNINGTON, R. T.; LAVIN, M.; OLIVEIRA-FILHO, A. Woody plant diversity, evolution, and ecology in the tropics: perspectives from seasonally dry tropical forests. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 40, p. 437-457, 2009.

PEREIRA, L. G.; GEISE, L. Karyotype composition of some rodents and marsupials from Chapada Diamantina (Bahia, Brasil). **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, n. 3, p. 509-518, 2007.

PRADO, D. E. As caatingas do Brasil. In: LEAL I. R.; TABARELLI M.; SILVA J. M. C. (Eds) **Ecologia e Conservação da Caatinga**. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003. p. 1-73.

QUEIROZ, L. P.; CARDOSO, D.; FERNANDES, M. F.; MORO, M. F. Diversity and Evolution of Flowering Plants of the Caatinga Domain. In: SILVA, J. M. C.; BARBOSA, L. C. F.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. **The Caatinga: Understanding the Challenges. Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America**, 2017. p. 23-63.

RIVAS-RODRÍGUEZ, B. A.; D'ELÍA, G.; LINARES, O. Diferenciación morfológica en sigmodontinos (Rodentia: Cricetidae) de las Guayanas Venezolanas con relación a su locomoción y habitat. **Mastozoología neotropical**, v. 17, n. 1, 2010.

SALAZAR-BRAVO, J.; PARDIÑAS, U. F. J.; D'ELÍA, G. A phylogenetic appraisal of Sigmodontinae (Rodentia, Cricetidae) with emphasis on phyllotine genera: systematics and biogeography. **Zoologica Scripta**, v. 42, n. 3, p. 250-261, 2013.

SALAZAR-BRAVO, J. Genus *Calomys* Waterhouse, 1837. In: PATTON, J. L., PARDIÑAS, U. F., & D'ELÍA, G. (Eds.). **Mammals of South America, volume 2: rodents**. University of Chicago Press, 2015. 481-507.

- SHAKOORI, A. R. Organization of genetic material into chromosomes. In: BHAT, T. A.; WANI, A. A. (Ed.). **Chromosome structure and aberrations**. Springer, New Delhi, 2017. p. 41-73.
- SILVA, M. J. J.; YONENAGA-YASSUDA, Y. Autosomal and sex chromosomal polymorphisms with multiple rearrangements and a new karyotype in the genus *Rhipidomys* (Sigmodontinae, Rodentia). **Hereditas**, v. 131, n. 3, p. 211-220, 1999.
- SILVA, J. M. C.; BARBOSA, L. C. F.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. **Caatinga: the largest tropical dry forest region in South America**. Springer, 2018., p. 3-21.
- SOUSA, M. A. N. **Pequenos mamíferos (Didelphimorphia, Didelphidae e Rodentia, Sigmodontinae) de algumas áreas da Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Brejo de Altitude do Brasil: considerações citogenéticas e geográficas**. (Tese de doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2005. p.143.
- SOUZA, A. L. G.; CORREA, M. M. O.; OLIVEIRA, J. A.; PESSOA, L. M. **Estudo cariotípico da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil**. In: Resumos do IV Congresso Brasileiro de Mastozoologia, São Lourenço-MG, 2008.
- SOUZA, M. A. N.; LANGGUTH, A.; GIMENEZ E. A. Mamíferos dos brejos de altitude Paraíba e Pernambuco. In: PORTO, K.C.; CABRAL J. J. P.; TABARELLI, M. **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**, p. 229-254, 2004.
- SOUZA M. J. **Caracterização cromossômica em oito espécies de roedores brasileiros das famílias Cricetidae e Echimyidae**. (Tese de doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 1981.
- SOUZA, A. L. G.; CORRÊA, M. M. O.; PESSÔA, L. M. The first description of the karyotype of *Dasyprocta azarae* Lichtenstein, 1823 (Rodentia, Dasyproctidae) from Brazil. **Mastozoologia neotropical**, v. 14, n. 2, 2007. p. 227-233.
- SOUZA, A. L. G. et al. A new karyotype of *Wiedomys pyrrhorhinus* (Rodentia: Sigmodontinae) from Chapada Diamantina, northeastern Brazil. **Zoologia**, v. 28, n. 1, 2011.
- STEPPAN, S. Revision of the tribe Phyllotini (Rodentia: Sigmondontinae), with a phylogenetic hypothesis for the Sigmodontinae. Revisión de la tribu Phyllotini (Rodentia: Sigmondontinae), con una hipótesis filogenética para los Sigmodontinae. **Fieldiana Zool**, v. 1464, p. 1-112, 1995.
- STREILEIN, K. E. Ecology of small mammals in the semiarid Brazilian Caatinga. **Annals of Carnegie Museum**, Pittsburgh, 1982a. p. 79-107.
- STREILEIN, K. E. Ecology of small mammals in the semiarid Brazilian Caatinga. IV Habitat selection. **Annals of Carnegie Museum**, Pittsburgh, v. 51, n. 16, p. 331-343, 1982b.
- SUMNER, A. T. A simple technique for demonstrating centromeric heterochromatin. **Experimental cell research**, v. 75, p. 304-306, 1972.
- SVARTMAN, M.; ALMEIDA, E. J. C. Comparative karyotypic analysis of two *Calomys* species (Rodentia, Cricetidae) from Central Brazil. **Caryologia**, v. 45, n. 1, p. 35-42, 1992.

SVARTMAN, M.; ALMEIDA, ALMEIDA, E. J. C. Pericentric inversion and X chromosome polymorphism in *Rhipidomys* sp. (Cricetidae, Rodentia) from Brazil. **Caryologia**, v. 46, n. 2-3, p. 219-225, 1993.

TRIBE C. J. **The Neotropical rodent genus *Rhipidomys* (Cricetidae, Sigmodontinae) – a taxonomic revision.** (Tese de doutorado) – University College London, Londres, Inglaterra, 1996.

THOMAZINI, N. B. **Correlação entre estrutura cariotípica e filogenia molecular em *Rhipidomys* (Cricetidae, Rodentia) do leste do Brasil.** (Dissertação de mestrado) – Universidade de Federal do Espírito Santo, 2009.

TRIBE, C. J. **The Neotropical rodent genus *Rhipidomys* (Cricetidae, Sigmodontinae) - a taxonomic revision.** (Tese de doutorado), University College, London. 1996.

TRIBE, C. J. A new species of *Rhipidomys* (Rodentia, Muroidea) from north-eastern Brazil. **Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro**, v. 63, n. 1, p. 131-146, 2005.

TRIBE, C. J. Genus *Rhipidomys* Tschudi, 1845. In PATTON, J. L., PARDIÑAS, U. F., & D'ELÍA, G. (Eds.). (2015). **Mammals of South America, volume 2: rodents.** University of Chicago Press, 2015. p. 583-617.

VENTURA, K.; YONENAGA-YASSUDA, Y.; FERGUSON-SMITH, M. A. Variable patterns of Y chromosome homology in Akodontini rodents (Sigmodontinae): a phylogenetic signal revealed by chromosome painting. **Chromosome research**, v. 20, n. 4, p. 427-433, 2012.

WALLRATH, L. L. Unfolding the mysteries of heterochromatin. **Current opinion in genetics & development**, v. 8, n. 2, p. 147-153, 1998.

WEKSLER, M.; GEISE, L. Medidas cranianas de roedores Sigmodontinae. **Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia, Rio de Janeiro**, v. 30, p. 1-2, 1995.

WIED, M. N. (1887). **Beitrag zu Naturgeschichte von Brasilien. Weimar** - fasc.1.4.6. 1826.

WILLIG, M. R.; MARES, M. A. Mammals from the Caatinga: an updated list and summary of recent research. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 49, n. 2, p. 361-367, 1989.

YONENAGA-YASSUDA, Y.; FÁTIMA LIMA DE ASSIS, M.; KASAHARA, S. Variability of the nucleolus organizer regions and the presence of the rDNA genes in the supernumerary chromosome of *Akodon aff. arviculoides* (Cricetidae, Rodentia). **Caryologia**, v. 45, n. 2, p. 163-174, 1992.

ZANCHIN, N. I. T. (1988). **Estudos cromossômicos em orizomídeos e equimídeos da Mata Atlântica.** 162p. (Dissertação de mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1988. p. 162.

ZANCHIN, N. I. T.; LANGGUTH, A.; MATTEVI, M. S. Karyotypes of Brazilian species of *Rhipidomys* (Rodentia, Cricetidae). **Journal of Mammalogy**, v. 73, n. 1, p. 120-122, 1992.