

EXPEDIÇÃO À RESTINGA DE QUISSAMÃ, LITORAL NORTE DO RIO DE JANEIRO, DADOS CITOGENÉTICOS DE PEQUENOS MAMÍFEROS: IMPLICAÇÕES CONSERVACIONISTAS PARA UMA ESPÉCIE AMEAÇADA DE EXTINÇÃO

Fernando Santos Sant'Anna¹

 <https://orcid.org/0009-0001-2768-9325>

Leila Maria Pessoa²

 <https://orcid.org/0000-0003-2468-5190>

Margaret Maria de Oliveira Corrêa³

 <https://orcid.org/0000-0003-2468-5190>

William Correa Tavares⁴

 <https://orcid.org/0000-0003-3385-7265>

Pablo Rodrigues Gonçalves⁵

 <https://orcid.org/0000-0002-4923-2334>

RESUMO

O litoral norte do Rio de Janeiro abriga uma das mais extensas restingas do Brasil, atualmente protegida pelo Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, que abrange os municípios de Carapebus, Macaé e parte de Quissamã. A restinga constitui *habitat* do roedor *Cerradomys goytaca*, ameaçado de extinção. Em 2009, foi realizada uma expedição a essa restinga com o objetivo de investigar a diversidade de pequenos mamíferos. Neste estudo, foram abordadas cinco espécies, com foco na análise citogenética comparativa, visando caracterizar os primeiros cariótipos de mamíferos registrados para essa região. As amostras celulares foram coradas com Giemsa, e analisadas por microscopia óptica. Os cariótipos foram organizados com base na determinação do número diplóide (2n) e do número fundamental autossômico (NF). Os resultados corroboram os padrões cariotípicos já descritos em outras localidades da distribuição geográfica das espécies, além de expandirem a área de ocorrência conhecida de *C. goytaca* para fora dos limites do Parque Nacional. As espécies e seus cariótipos foram os seguintes: *Didelphis aurita* (2n = 22, NF = 20), *Marmosa paraguayana* (2n = 14, NF = 20), *Glossophaga soricina* (2n = 32, NF = 60), *Cerradomys goytaca* (2n = 54, NF = 66) e *Rattus rattus* (2n = 38, NF = 58). Diante das pressões antrópicas que incidem sobre a região, com consequente perda de *habitat* para essas espécies, os dados apresentados reforçam necessidade urgente de implementação de uma unidade de conservação proposta para Quissamã, visando à proteção dos remanescentes de restinga mais interiores e à conservação da biodiversidade local.

Palavras-chave: Mamífero Endêmico Ameaçado de Extinção. Citogenética. Restinga. Quissamã.

¹ Bacharel em Zoologia, pelo Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. E-mail: nandosantanna96@gmail.com.

² Doutora em Ciências Biológicas (Zoologia) pela Universidade Estadual Paulista, São Paulo. Professora Titular do Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Autora Correspondente. E-mail: pessoa@acd.ufrj.br.

³ Doutora em Ciências pelo Programa de Biodiversidade e Saúde do Instituto Oswaldo Cruz (FioCruz), Rio de Janeiro. Bióloga da Universidade Federal do Rio de Janeiro. E-mail: margaret@biologia.ufrj.br.

⁴ Doutor em Ciências Biológicas (Genética) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Professor Adjunto no Campus UFRJ Duque de Caxias Professor Geraldo Cidade. Núcleo Multidisciplinar de Pesquisa em Biologia (NUMPEX-Bio). E-mail: williamctavares@gmail.com.

⁵ Doutor em Ciências Biológicas (Zoologia) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Professor Associado do Instituto de Biodiversidade e Sustentabilidade (NUPEM/UFRJ), Macaé, RJ. E-mail: prg@acd.ufrj.br.

EXPEDITION TO RESTINGA DE QUISSAMÃ, NORTH COAST OF RIO DE JANEIRO, CYTOGENETIC DATA OF SMALL MAMMALS: CONSERVATION IMPLICATIONS FOR AN ENDANGERED SPECIES

ABSTRACT

The northern coast of Rio de Janeiro hosts one of Brazil's largest restinga ecosystems, part of which is protected by the Jurubatiba National Park, spanning the municipalities of Carapebus, Macaé, and Quissamã. This coastal Atlantic Forest ecosystem, characterized by heterogeneous vegetation and sandy soil, faces intense anthropogenic pressure leading to habitat degradation. Among the vertebrates inhabiting this restinga is *Cerradomys goytaca*, an endemic and endangered rodent species. The vertebrate fauna in this region remains poorly studied, although members of the orders Didelphimorphia, Chiroptera, and Rodentia play vital ecological roles in local plant communities. In April 2009, a field expedition to the restinga of Quissamã aimed to study small mammals, with cytogenetic analyses performed on five species: *Didelphis aurita*, *Marmosa paraguayana*, *Glossophaga soricina*, *Cerradomys goytaca*, and *Rattus rattus* a synanthropic species. Mitotic chromosomes were prepared from bone marrow cells, stained with Giemsa, and examined under an optical microscope. Karyotypes were digitally assembled and compared with existing descriptions. The results confirm the karyotypic pattern previously described for *C. goytaca* in Beira de Lagoa, outside the boundaries of Jurubatiba National Park. The karyotypes obtained were as follows: *Marmosa paraguayana* (2n=14, NF=20), *Glossophaga soricina* (2n=32, NF=60), *Cerradomys goytaca* (2n=54, NF=66), and *Rattus rattus* (2n=38, NF=58). Given the ongoing habitat loss due to human activities, our findings support the need to consider establishing new protected areas to mitigate the extinction risk for this threatened endemic species.

Keywords: Endangered Endemic Mammal. Cytogenetics. Coastal Scrub. Quissamã.

EXPEDICIÓN A LA RESTINGA DE QUISSAMÃ, COSTA NORTE DE RÍO DE JANEIRO: DATOS CITOGENÉTICOS DE PEQUEÑOS MAMÍFEROS Y SUS IMPLICACIONES PARA LA CONSERVACIÓN DE UNA ESPECIE AMENAZADA

RESUMEN

La costa norte del estado de Río de Janeiro alberga uno de los ecosistemas de restinga más extensos de Brasil, parcialmente protegido por el Parque Nacional de Jurubatiba, que comprenden los municipios de Carapebus, Macaé y Quissamã. Este ecosistema costero enfrenta una creciente presión antrópica que amenaza su integridad ecológica. Entre los vertebrados que habitan esta región destaca *Cerradomys goytaca*, un roedor endémico en peligro de extinción. A pesar de su relevancia ecológica, la fauna de micromamíferos en esta área permanece escasamente estudiada, aunque los representantes de los órdenes Didelphimorphia, Chiroptera y Rodentia desempeñan funciones clave en la dinámica de las comunidades vegetales. Durante una expedición realizada en abril de 2009 a la restinga de Quissamã, se llevaron a cabo estudios citogenéticos en cinco especies: *Didelphis aurita*, *Marmosa paraguayana*, *Glossophaga soricina*, *Cerradomys goytaca* y *Rattus rattus* (especie sinantrópica). Se obtuvieron cromosomas mitóticos a partir de células de médula ósea, teñidos con Giemsa y analizados mediante microscopía óptica. Cariotipos fueron digitalmente ensamblados y comparados con descripciones previas. Los resultados confirman el patrón cariotípico previamente reportado para *C. goytaca* en la región de Beira de Lagoa, fuera de los límites del Parque Nacional. Los cariotipos observados fueron: *Marmosa paraguayana* (2n=14, NF=20), *Glossophaga soricina* (2n=32, NF=60), *Cerradomys goytaca* (2n=54, NF=66) y *Rattus rattus* (2n=38, NF=58). Ante la continua pérdida de hábitat provocada por actividades humanas, estos resultados refuerzan la urgencia de establecer nuevas áreas protegidas que contribuyan a mitigar el riesgo de extinción de esta especie endémica.

Palabras clave: Mamífero Endémico Amenazado. Citogenética. Restinga Costera. Conservación Biológica.

INTRODUÇÃO

O litoral norte do estado do Rio de Janeiro ainda abriga uma das maiores restingas do Brasil, com 14.860 hectares protegidos pelo Parque Nacional Restinga de Jurubatiba, que se estende por aproximadamente 44 km ao longo do litoral, abrangendo os municípios de Macaé, Carapebus e parte do município de Quissamã. A restinga é um ecossistema localizado nas regiões costeiras da Mata Atlântica, caracterizando-se por vegetação heterogênea sobre solo predominantemente arenoso (Pessôa *et al.*, 2010). Essa região passou por diversos ciclos econômicos, tendo sido um dos mais importantes polos de produção de cana-de-açúcar no país durante os séculos XVIII e XIX, e atualmente sediando a maior infraestrutura do país para a exploração petroleira da Bacia de Campos (Almeida *et al.*, 1997; Esteves, 2011). Apesar desse histórico de forte pressão das atividades antrópicas, as formações vegetacionais ao longo desta restinga ainda fornecem diversos habitats adequados para uma grande variedade da mastofauna silvestre, incluindo *Cerradomys goytaca* Tavares *et al.*, 2011, uma espécie endêmica e ameaçada de extinção (Lemos *et al.*, 2015; Tavares *et al.*, 2011). Muitos pequenos mamíferos silvestres atuam como importantes dispersores de sementes, polinizadores, hospedeiros, presas, predadores, mas há também a presença de espécies comensais, como o rato de casa, o *Rattus rattus* (Linnaeus, 1758; Araújo *et al.*, 2023).

A fauna de mamíferos na restinga de Quissamã é pouco conhecida (Quissamã, 2021), sendo esse o primeiro inventário da mastofauna dessa restinga. A existência dessa restinga nos permite a constatação da composição e da diversidade de mamíferos que podem ser encontrados em diferentes biomas, com a presença de espécies comensais. Como, por exemplo, as espécies das ordens *Didelphimorphia* (marsupiais), *Chiroptera* (morcegos) e *Rodentia* (roedores) (Figura 1A. *Marmosa paraguayana*, 1B. *Glossophaga soricina*, 1C. *Cerradomys goytaca* – apresentadas mais à frente) são consideradas importantes na comunidade de mamíferos da restinga, uma vez que atuam como polinizadores e dispersores de sementes das formações vegetais. Foram selecionados dois exemplos de interação de espécies de mamíferos com plantas da restinga, conforme é possível verificar a seguir.

O morcego beija-flor *Glossophaga soricina* (Pallas, 1766) desempenha um papel essencial na polinização de plantas adaptadas à quiropterofilia. As flores dessas plantas geralmente apresentam características como antese noturna, coloração esbranquiçada, odor forte e produção abundante de néctar, tornando-se atrativas para polinizadores noturnos. Ao visitar essas flores, ele transporta o pólen de uma planta para outra, garantindo a reprodução das espécies vegetais e contribuindo para a diversidade genética das populações. A conservação das restingas e de seus polinizadores, como *G. soricina*, é fundamental para a manutenção da biodiversidade e do equilíbrio ecológico desses ambientes. A degradação dos habitats naturais pode comprometer a disponibilidade de recursos para

esses morcegos, afetando diretamente a polinização de diversas espécies vegetais (Gribel; Hay, 1993; Sazima; Sazima, 2022; Tavares, 2023). Portanto, medidas de preservação e manejo sustentável são essenciais para garantir a continuidade dessas interações ecológicas tão importantes para os ecossistemas brasileiros. Além de sua importância na polinização, estudos indicam que *G. soricina* também recorre ao pólen como fonte proteica alternativa, em períodos de escassez de insetos. Essa flexibilidade alimentar permite que ele se adapte a diferentes condições ambientais, garantindo sua sobrevivência e a continuidade dos processos ecológicos nos quais está envolvido (Sazima; Sazima, 2022).

O rato-goitacá (*Cerradomys goytaca*) (Tavares; Pessôa; Rodrigues, 2011) desempenha um papel importante na dinâmica ecológica do ambiente da restinga, sendo influenciado pela disponibilidade de recursos alimentares característicos da vegetação local. Estudos indicam que *Cerradomys goytaca* atua como predador e dispersor de sementes da palmeira *Allagoptera arenaria*, conhecida popularmente como guriri ou juruba, espécie abundante nas restingas do norte fluminense (Grenha *et al.*, 2008; Moreira; Bove, 2010) e que dá nome ao Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. Além disso, registros com armadilhas fotográficas e observações em cativeiro mostram que esse roedor também consome frutos de outras espécies vegetais características da região, como a pitangueira *Eugenia* spp., o umiri *Humiria balsamifera*, a pinta-noiva *Ternstroemia brasiliensis* e o tarumã do cerrado *Vitex polygama* (Paula, 2018). Considerando esses registros, é possível que *C. goytaca* atue também como um potencial dispersor de sementes dessas espécies. Além disso, a disponibilidade de alimento pode influenciar diretamente a dinâmica populacional da espécie.

Monitoramentos de longo prazo na sua localidade-tipo sugerem que variações sazonais na oferta de frutos podem impactar o tamanho da população (Paula, 2018). Em períodos de maior escassez, a espécie pode recorrer a estratégias alimentares alternativas para garantir sua sobrevivência na Restinga. Medidas de preservação e manejo sustentável são fundamentais para garantir a continuidade das interações ecológicas desse roedor com o ambiente (Braga *et al.*, 2023; Gonçalves *et al.*, 2023; Lemos; Gonçalves, 2015; Pessôa *et al.*, 2010 b.).

Uma das ferramentas que pode nortear os planos de manejo e conservação das espécies é apontar sua correta identificação taxonômica. Assim, para auxiliar uma identificação inequívoca, a citogenética, ao acessar os cromossomos, torna possível sua contagem e caracterização morfológica, podendo ainda mostrar possíveis polimorfismos populacionais e novas espécies. No caso da ordem Rodentia, o ratinho-goitacá é endêmico e ameaçado de extinção das restingas do litoral norte Fluminense, incluindo a Restinga de Quissamã (Pessôa *et al.*, 2010 a.).



Figura 1 – (A) *Marmosa paraguayana*; (B) *Glossophaga soricina*; (C) *Cerradomys goytaca*

Fonte: Fotos feitas por Leila M. Pessôa.

CONTEXTUALIZAÇÃO TAXONÔMICA DAS ESPÉCIES ANALISADAS

Didelphimorphia: *Marmosa paraguayana* Tate, 1931

Marmosa paraguayana foi originalmente descrita por Tate, em 1931, como *Marmosa cinérea paraguayana*, com base em espécimes coletados no Paraguai. Durante anos, essa espécie foi incluída no gênero *Micoureus*, mas estudos filogenéticos posteriores demonstraram que *Micoureus* estava embutido dentro de *Marmosa*, levando à sua reclassificação. A taxonomia do grupo passou por diversas revisões, e Voss e Jansa (2009) optaram por retornar *Micoureus* ao gênero *Marmosa*, tratando-o como um subgênero. Essa mudança foi baseada em análises genéticas que indicaram que *Micoureus* era monofilético, mas ainda havia incertezas sobre a delimitação de espécies dentro do grupo. Atualmente, *Marmosa paraguayana* é reconhecida como uma espécie distinta dentro do subgênero *Micoureus*. A localidade-tipo de *Marmosa paraguayana* é Villa Rica, Guairá, no Paraguai (Gardner, 2007; Smith *et al.*, 2015). Esta espécie é considerada como endêmica da Mata Atlântica e distribuída desde o sul do estado da Bahia até o estado do Rio Grande do Sul, incluindo o leste do Paraguai e a província de Misiones no norte da Argentina (Gardner, 2008).

Didelphimorphia: *Didelphis aurita* Wied-Neuwied, 1826

Didelphis aurita Wied-Neuwied, 1826 foi descrita com base em espécimes provenientes de Villa Viçosa, rio Peruípe, no estado da Bahia, Brasil. Dois anos antes, Temminck havia atribuído o nome *Didelphis azarae* a exemplares brasileiros de gambás de orelha escura, e, por precedência cronológica, seria de se esperar que esse nome tivesse prioridade sobre *D. aurita*. No entanto, *D. azarae* foi baseado em uma série de indivíduos pertencentes a diferentes formas do grupo de *D. marsupialis*, o que torna sua aplicação ambígua e inadequada. Além disso, o nome foi posteriormente

aplicado de forma equivocada à espécie de orelha branca *D. albiventris*, por mais de 160 anos, contribuindo para confusão taxonômica. Para evitar instabilidade nomenclatural, adotou-se *D. aurita* como o nome válido para o gambá de orelha preta da Mata Atlântica. Embora *D. aurita* tenha sido considerada coespecífica com *D. marsupialis* (Linnaeus, 1758), em parte da literatura histórica, revisões morfológicas e citogenéticas confirmaram sua validade como espécie distinta. Atualmente, *D. aurita* é reconhecida como uma espécie monotípica amplamente distribuída pela Mata Atlântica, ocorrendo do estado da Paraíba ao Rio Grande do Sul, além da província de Misiones, no nordeste da Argentina, e do sudeste do Paraguai (Gardner, 2008; Voss *et al.*, 2019).

Chiroptera: *Glossophaga soricina* (Pallas, 1766)

A *Glossophaga soricina* (Pallas, 1766) foi descrita, originalmente, como *Vespertilio soricinus*. Étienne Geoffroy St. Hillaire (1818) designou esta espécie para o gênero *Glossophaga* como espécie-tipo (Alvarez *et al.*, 1991). Essa espécie tinha sua localidade-tipo desconhecida, mas foi posteriormente restrita ao Suriname, por Miller (1912). Até 2021, ela possuía cinco subespécies amplamente distribuídas na região neotropical, ocorrendo do norte do México ao norte da Argentina.

Através de análises moleculares e morfométricas de caracteres cranianos, as subespécies *G. s. antillarum*, *G. s. mutica*, *G. s. soricina* e *G. s. valens* foram elevadas ao nível específico e se tornaram *G. antillarum*, *G. mutica*, *G. soricina* e *G. valens*. A subespécie *Glossophaga soricina handleyi* foi sinonimizada com *G. mutica* (Calahorra-Oliart *et al.*, 2021).

Glossophaga soricina ocorre do lado leste dos Andes, à costa leste do Brasil e ao norte da Argentina (Gardner, 2008). Essa espécie foi analisada no contexto morfométrico entre três biomas brasileiros (Pantanal, Caatinga, e Mata Atlântica), e, sobre ela, foram observadas diferenças significativas entre 11 das 12 medidas realizadas, sendo a população da Caatinga em média maior que a do Pantanal e a da Mata Atlântica. Ainda, nesse estudo, não foi detectada a existência de dimorfismo sexual para a espécie (Louzada; Pessoa, 2013).

Rodentia: *Cerradomys goytaca* Tavares, Pessoa, Gonçalves, 2011

Cerradomys goytaca possui localidade-tipo no Parque Nacional Restinga de Jurubatiba, município de Carapebus, no estado do Rio de Janeiro. *Cerradomys* é um gênero da tribo Oryzomyini, e, no passado, as espécies dentro deste gênero estavam alocadas no grupo *Oryzomys subflavus*, táxon considerado monotípico por muito tempo. Weskler, Percequillo e Voss (2006) propuseram o gênero *Cerradomys* para incluir quatro espécies válidas: *C. subflavus* (Wagner, 1842), *C. maracajuensis* Langguth; Bonvicino, 2002, *C. scotti* Langguth; Bonvicino, 2002 e *C. marinhui* Bonvicino, 2003.

Estas espécies ocorrem principalmente em áreas de vegetação aberta da América do Sul, variando desde a Caatinga, Cerrado e Pantanal do Brasil, até o Chaco da Bolívia e do Paraguai. Elas são distribuídas em áreas de vegetação seca e aberta e se estendem até a Mata Atlântica costeira do nordeste do Brasil.

Em 2014, Bonvicino, Casado e Weskler (2014) descreveram *Cerradomys akroai* no gênero, e nesse estudo eles sugeriram, usando a análise do gene citocromo *b*, que *Cerradomys goytaca* seria sinônimo-júnior de *Cerradomys subflavus*. No entanto, Tavares *et al.*, (2016) chamam a atenção para o fato de que a expansão da população ancestral que deu origem a nova espécie (*C. goytaca*), através do corredor do Cerrado, para restinga, e que ligou o centro de Minas Gerais até o norte do Rio de Janeiro, durante o Quaternário Tardio, passou posteriormente por condições climáticas úmidas e quentes que favoreceram a expansão da Mata Atlântica, criando uma nova barreira entre a população do interior de *C. subflavus* e a população costeira de *C. goytaca* (Tavares *et al.*, 2016). Complementando essas evidências, Di-Nizo *et al.* (2020) demonstraram, por meio de citogenética clássica e hibridização *in situ* fluorescente (FISH), um amplo reordenamento genômico na linhagem que originou a *C. goytaca*, com rearranjos cromossômicos que provavelmente impedem o cruzamento com *C. subflavus*, sustentando o status específico de *C. goytaca* sob o conceito biológico de espécie.

Atualmente, *Cerradomys* compreende oito espécies reconhecidas, sendo que seis delas são endêmicas do Brasil. Dessas, a *Cerradomys goytaca* é endêmica das restingas do norte Fluminense e sua distribuição se estende da costa sul do estado de Espírito Santo (Patton *et al.*, 2015).

Rattus rattus Linnaeus, 1758

A espécie *Rattus rattus* (rato-preto) é uma espécie cosmopolita da subfamília *Murinae*, que inclui os roedores conhecidos como ratos e ratazanas, com origem no Velho Mundo e que foram introduzidos no Brasil durante a colonização europeia. Atualmente, é encontrado em todos os estados brasileiros (Bonvicino *et al.*, 2008). A localidade-tipo da espécie é Suécia, Uppsala County, Uppsala (Wilson; Reeder, 2005). Esta espécie apresenta estreita relação comensal com populações humanas e, como espécie sinantrópica, destaca-se por sua grande plasticidade adaptativa, ocupando diversos ambientes antropizados, como: residências humanas, locais de armazenamento de alimentos e áreas de cultivo agrícola. Além disso, possui relevância como vetor de múltiplas zoonoses (Ministério da Saúde – Fundação Nacional de Saúde, 2002).

OBJETIVOS

Este estudo teve como meta caracterizar a diversidade cariotípica das espécies de pequenos mamíferos da restinga de Beira de Lagoa, Quissamã, no estado do Rio de Janeiro. Especificamente: (a) Descrever, pela primeira vez, os cariótipos dos espécimes coletados para a localidade Beira de Lagoa, na Restinga de Quissamã; (b) Comparar os cariótipos obtidos em Beira de Lagoa com os previamente descritos na literatura para populações de outras localidades; (c) Discutir a relevância da localidade de Beira de Lagoa para a conservação de espécies endêmicas e/ou ameaçadas, sugerindo áreas potenciais para proteção; e (e) Chamar a atenção para áreas potenciais de ocorrência dessas espécies para sugerir novas áreas de proteção.

MATERIAL E MÉTODOS

A expedição ocorreu fora da área de Unidades de Conservação, no Sítio Santana, na localidade de Beira de Lagoa (Figura 2), na margem sudoeste da Lagoa Feia, entre 20 e 26 de abril de 2009. As áreas amostradas (figuras 2A e 2B) eram visitadas diariamente para checagem das 80 armadilhas instaladas em quatro trilhas diferentes em transectos lineares, todas em ambiente de restinga, sendo 15 *sherman* e cinco *tomahawk* com distância de 10 metros em cada trilha. Uma rede de neblina de 12 metros foi instalada todas as noites, com abertura às 17h30min e fechamento às 22h00min, com checagem contínua em ambiente de restinga. Foram amostradas áreas de mata de restinga, vegetação aberta de moitas de *Clusia* e vegetação aberta de moitas de ericáceas. O material coletado foi tombado no Museu Nacional, UFRJ e a Licença de coleta foi concedida pelo SisBio/ICMBIO (11839-1).

Os espécimes coletados foram cariotipados no campo e o material de medula óssea mantido em congelador, em temperatura entre -18° e -15°C, no Laboratório de Mastozoologia da UFRJ. As preparações cromossômicas foram realizadas segundo a técnica de Corrêa e colaboradores (2023), como descrita a seguir. As lâminas foram lavadas com detergente e água, deixadas em repouso para que fossem secas. Foram enxaguadas com água destilada e depois secas novamente, com papel toalha. O fixador foi feito de uma parte de ácido acético para três partes de metanol. Antes de gotejar o material sobre a lâmina, o fixador foi adicionado no tubo de centrifugação, contendo o material. As células em suspensão foram centrifugadas por 5 minutos, a 1.000 RPM, e depois o sobrenadante foi descartado. Com células centrifugadas e sem sobrenadante, aos poucos o fixador foi adicionado, até que as células apresentassem uma boa diluição no tubo. As lâminas foram banhadas em metanol a 70% gotas do material foram adicionadas à lâmina, de forma que a distância da pipeta até lâmina permitisse o rompimento das membranas celulares de forma a espalhar o material cromossômico antes da flambagem.

Para coloração convencional, as lâminas foram coradas em uma solução de Giemsa a 5% (mistura de azur-eosina-azul de metileno) e tampão fosfato por 20 minutos. Depois de serem coradas, as lâminas foram submetidas às lavagens com água destilada e secas antes de serem observadas no microscópio óptico. Para análises dos cariótipos dos indivíduos estudados, diversas metáfases foram observadas e analisadas em microscópio óptico, e, as melhores, fotografadas. Foi feita uma seleção em que as metáfases incompletas ou com qualidades de visualização dos cromossomos e suas características baixas foram descartadas, e apenas as metáfases completas e com boa qualidade de visualização dos cromossomos e da maioria das suas características morfológicas foram aceitas. As melhores imagens dessas metáfases foram escolhidas para montar o cariótipo de cada um dos indivíduos, de acordo com a ordem decrescente de tamanho dos cromossomos e diferenciando entre os cromossomos metacêntricos, submetacêntricos e acrocêntricos, utilizando o programa *Adobe Photoshop CS6* (Corrêa, *et al.*, 2023, Kasahara, 2009).

Figura 2A e 2B – Fitofisionomias do Sítio Santana, localidade de Beira de Lagoa, Quissamã, RJ – (A) Vegetação aberta com moitas dominadas por *Clusia* em primeiro plano e mata de restinga ao fundo; (B) Trecho alagável margeado por moitas de ericáceas

A



B



Fonte: Fotos feitas por Leila M. Pessoa

RESULTADOS

Foram capturadas e cariotipadas duas espécies de Didelphimorphia, três espécies de Rodentia e uma espécie de Chiroptera. Todos os espécimes coletados constam na tabela 1.

Tabela1 – Espécimes coletados com as respectivas datas e preparados durante e expedição a Quissamã

<i>Cerradomys goytaca</i>	Sítio Santana, Beira de Lagoa, Quissamã - RJ	22/abr/09
<i>Marmosa paraguayanus</i>	Sítio Santana, Beira de Lagoa, Quissamã - RJ	22/abr/09
<i>Cerradomys goytaca</i>	Sítio Santana, Beira de Lagoa, Quissamã - RJ	22/abr/09
<i>Cerradomys goytaca</i>	Sítio Santana, Beira de Lagoa, Quissamã - RJ	22/abr/09
<i>Cerradomys goytaca</i>	Sítio Santana, Beira de Lagoa, Quissamã - RJ	22/abr/09
<i>Glossophaga soricina</i>	Sítio Santana, Beira de Lagoa, Quissamã - RJ	22/abr/09
<i>Cerradomys goytaca</i>	Sítio Santana, Beira de Lagoa, Quissamã - RJ	23/abr/09
<i>Marmosa paraguayanus</i>	Sítio Santana, Beira de Lagoa, Quissamã - RJ	23/abr/09
<i>Glossophaga soricina</i>	Sítio Santana, Beira de Lagoa, Quissamã - RJ	23/abr/09
<i>Cerradomys goytaca</i>	Sítio Santana, Beira de Lagoa, Quissamã - RJ	24/abr/09
<i>Cerradomys goytaca</i>	Sítio Santana, Beira de Lagoa, Quissamã - RJ	24/abr/09
<i>Cerradomys goytaca</i>	Sítio Santana, Beira de Lagoa, Quissamã - RJ	24/abr/09
<i>Cerradomys goytaca</i>	Sítio Santana, Beira de Lagoa, Quissamã - RJ	24/abr/09
<i>Marmosa paraguayanus</i>	Sítio Santana, Beira de Lagoa, Quissamã - RJ	24/abr/09
<i>Marmosa paraguayanus</i>	Sítio Santana, Beira de Lagoa, Quissamã - RJ	24/abr/09
<i>Rattus rattus</i>	Sítio Santana, Beira de Lagoa, Quissamã - RJ	25/abr/09
<i>Cerradomys goytaca</i>	Sítio Santana, Beira de Lagoa, Quissamã - RJ	25/abr/09
<i>Didelphis aurita</i>	Sítio Santana, Beira de Lagoa, Quissamã - RJ	25/abr/09
<i>Cerradomys goytaca</i>	Sítio Santana, Beira de Lagoa, Quissamã - RJ	26/abr/09
<i>Cerradomys goytaca</i>	Sítio Santana, Beira de Lagoa, Quissamã - RJ	26/abr/09
<i>Cerradomys goytaca</i>	Sítio Santana, Beira de Lagoa, Quissamã - RJ	26/abr/09

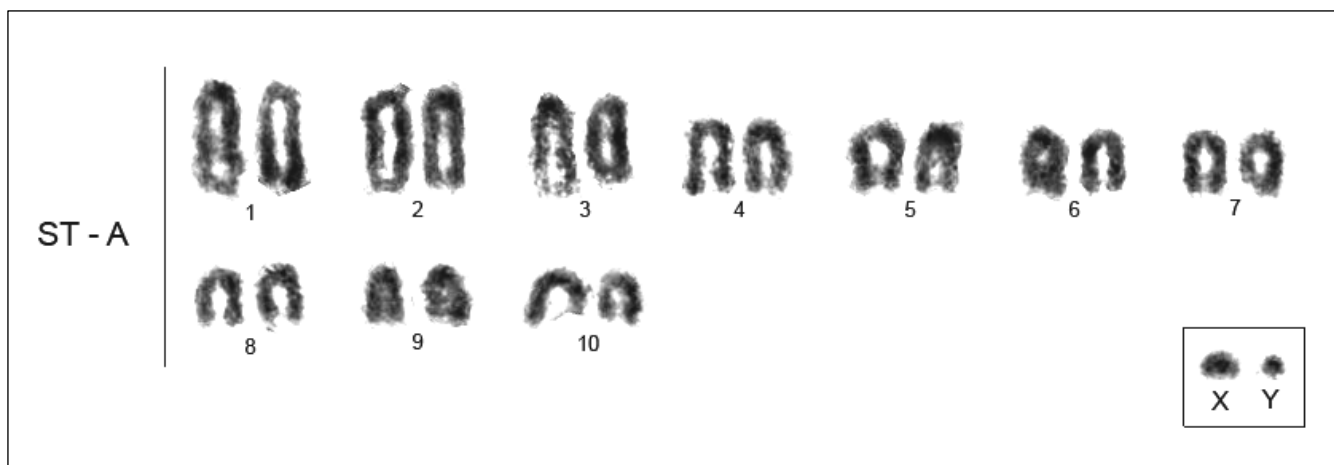
Fonte: elaboração própria

Foram analisadas 717 imagens referentes a cinco espécies de pequenos mamíferos que ocorrem na localidade estudada: *Didelphis aurita*, *Marmosa paraguayana*, *Glossophaga soricina*, *Cerradomys goytaca* e *Rattus rattus*. Foram montados os cariótipos com coloração convencional para todos os indivíduos dessas espécies. Seguem abaixo os resultados obtidos, separados por espécie:

Didelphis aurita

Foi analisado um macho de *D. aurita* (MN73217). Este indivíduo revelou $2n=22$ e $NF=20$. O complemento autossômico consiste em 10 pares de cromossomos acrocêntricos, sendo três de tamanho grande e 7 de tamanho médio. O cromossomo X é um acrocêntrico pequeno e o Y, um acrocêntrico menor, quase puntiforme (figura 3).

Figura 3 – Cariótipo de *Didelphis aurita* (macho - MN73217) após coloração convencional

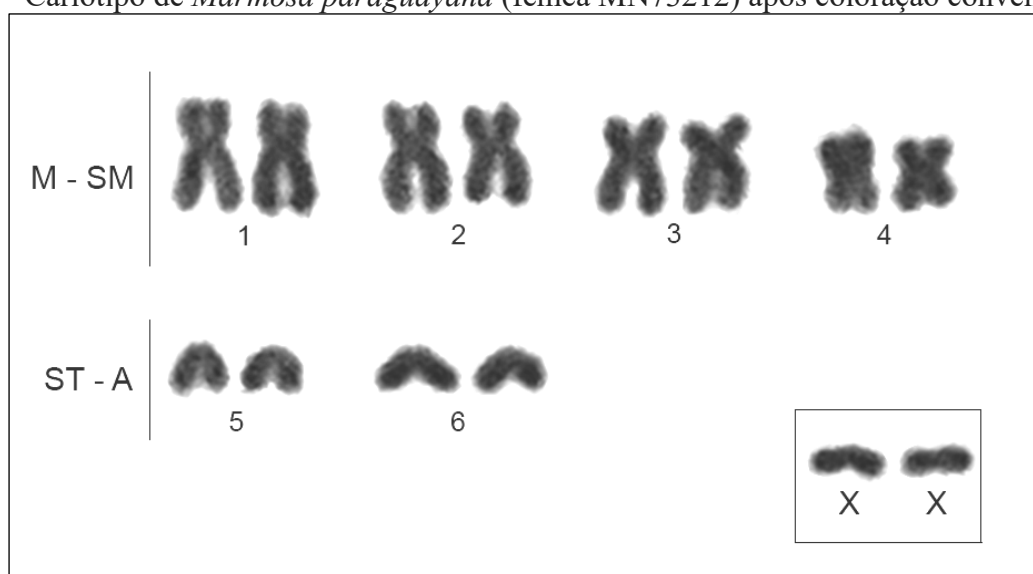


Fonte: Elaboração própria

Marmosa paraguayana

Foram analisadas quatro fêmeas de *M. paraguayana* (MN73199, MN73206, MN73212 e MN73213). As análises apresentaram $2n=14$ e $NF= 20$. O complemento autossômico possui oito cromossomos de dois braços, sendo três pares grandes submetacêntricos, um par de metacêntrico médio e três pares de acrocêntricos, variando de tamanho médio a pequeno. O cromossomo X é um acrocêntrico pequeno e o cromossomo Y não foi observado (Figura 4)

Figura 4 – Cariótipo de *Marmosa paraguayana* (fêmea MN73212) após coloração convencional.



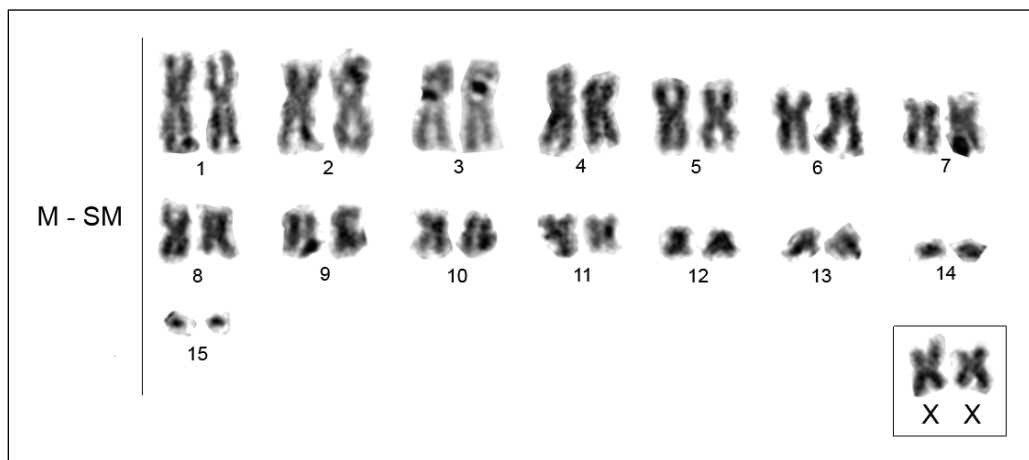
Fonte: Elaboração própria

Glossophaga soricina

Para esta espécie, uma fêmea foi analisada (MN73207). Este indivíduo apresentou $2n=32$ e $NF=60$, sendo 15 pares de cromossomos de dois braços (metacêntricos e submetacêntricos), variando

de tamanho grande a pequeno. O cromossomo X é um metacêntrico médio e o cromossomo Y não foi observado (Figura 5).

Figura 5 – Cariótipo de *Glossophaga soricina* (fêmea MN73207) após coloração convencional

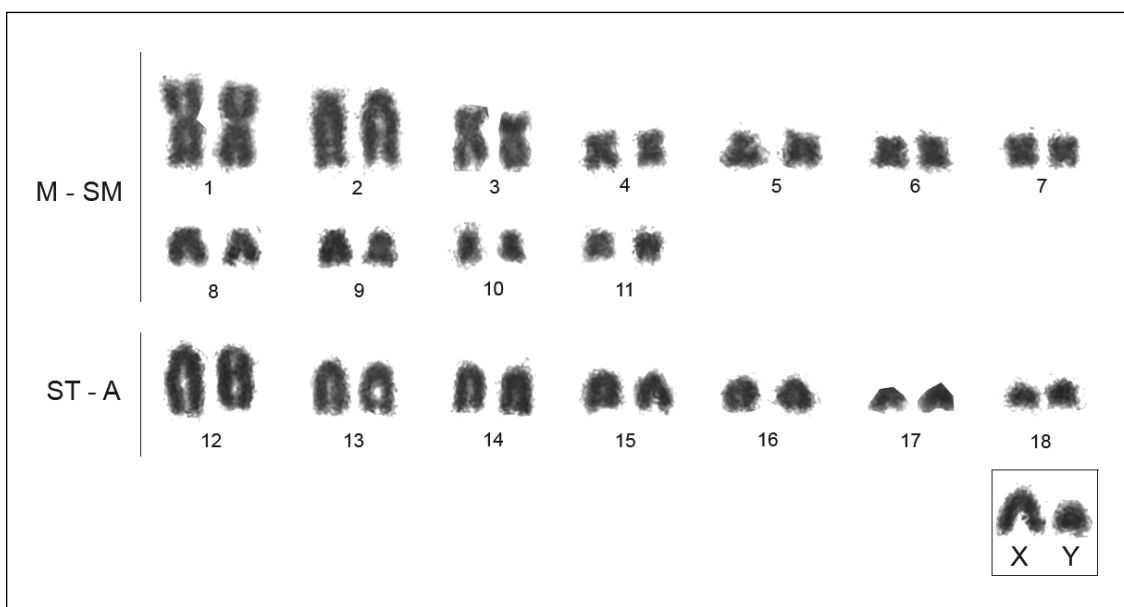


Fonte: elaboração própria

Rattus rattus

Foi analisado um macho de *R. rattus* (MN73215). Nossas análises evidenciaram $2n=38$ e $NF=58$. São 11 pares de cromossomos de dois braços (metacêntricos e submetacêntricos), sendo três pares grandes e 11 pares pequenos e sete pares de acrocêntricos. O cromossomo sexual é composto por um X acrocêntrico médio e o Y é um acrocêntrico pequeno (Figura 6).

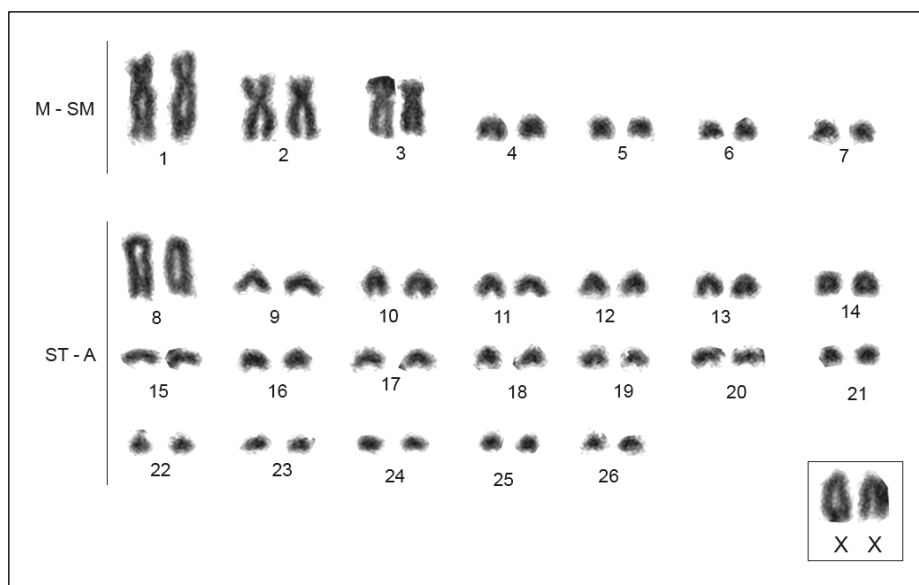
Figura 6 – Cariótipo de *Cerradomys goytaca* (fêmea MN73201) após coloração convencional



Fonte: elaboração própria

Foram analisadas três fêmeas de *C. goytaca* (MN73200, MN73201 e MN73205). As análises evidenciaram $2n=54$ e $NF=66$. São sete pares de cromossomos de dois braços (submetacêntricos e metacêntricos), sendo três pares grandes e quatro pares pequenos. Um par de cromossomos de um braço (acrocêntrico) é maior e os demais pares variam de tamanho médio a pequeno. O cromossomo sexual é composto por um X acrocêntrico médio e o cromossomo Y não foi observado (Figura 7).

Figura 7 – Cariótipo de *Rattus rattus* (macho MN73215) após coloração convencional



Fonte: elaboração própria

DISCUSSÃO

O cariótipo de *Didelphis aurita* coletado em Quissamã apresentou $2n=22$ e $NF=20$, com o cromossomo X acrocêntrico médio e o Y um acrocêntrico puntiforme. Estudos anteriores com exemplares coletados em Boracéia e São Paulo, no estado de São Paulo (Yonenaga-Yassuda *et al.*, 1982; Casartelli *et al.*, 1986), Pau-Brasil, na Bahia (Carvalho *et al.*, 2002) e nos municípios de Santa Teresa e Cariacica, no Espírito Santo (Pereira *et al.*, 2008; Paresque *et al.*, 2004), mostraram um cariótipo com os mesmos valores de $2n$ e NF , e padrões morfológicos muito semelhantes aos descritos no presente estudo.

A espécie *Marmosa paraguayana* de Quissamã apresentou um cariótipo com $2n=14$ e $NF=20$, sendo o cromossomo sexual X um pequeno acrocêntrico. Esse padrão é muito similar ao já descrito na literatura para *M. paraguayana* proveniente de Caraguatatuba, no estado de São Paulo (Pereira *et al.*, 2008), não havendo diferenças significativas entre os dois cariótipos em relação ao número diplóide, número fundamental e composição cromossômica.

Os cariótipos aqui encontrados para *D. aurita* e para *M. paraguayana*, ambos da família *Didelphidae*, estão de acordo com a existência de uma estabilidade cariotípica intraespecífica em relação aos números diplóides, com todas as espécies do gênero *Didelphis* apresentando $2n=22$ e do gênero *Marmosa* apresentando $2n=14$, como descrito na literatura (Reig *et al.*, 1977; Yonenaga-Yassuda *et al.*, 1982; Casartelli *et al.* 1986; Svartman; Vianna-Morgante 1998, 1999; Carvalho *et al.* 2002); Svartman, 2008; Faresin; Silva, 2017). Em termos de números fundamentais, o gênero *Marmosa* pode apresentar $NF=20$, 22 e 24, enquanto *Didelphis* possui $NF=20$, com exceção de *Didelphis virginiana*, que apresenta $NF=32$ (Svartman, 2008). Esses resultados para as espécies aqui estudadas da família *Didelphidae* estão de acordo com os resultados encontrados na literatura com espécies cariotipicamente conservadas podendo apresentar três valores de números diplóides, $2n=14$, 18 e 22. Entretanto, variações interespecíficas são observadas quanto ao número fundamental, cromossomos sexuais, bandeamento C, número de Ag-RONs e até mesmo na atividade das RONs (Hayman; Martin, 1969; Reig *et al.* 1977; Yonenaga-Yassuda *et al.* 1982, Svartman; Vianna-Morgante 1998, 1999; Carvalho *et al.*, 2002; Svartman; Vianna-Morgante, 2003; Svartman, 2008; Faresin; Silva, 2017; Moratelli *et al.* 2007).

O cariótipo de *Glossophaga soricina*, no presente estudo, apresentou $2n=32$ e $NF=60$, com o cromossomo sexual X sendo um submetacêntrico médio. Este cariótipo apresenta números diplóides e fundamentais, assim como a composição cariotípica autossômica, iguais aos cariótipos de exemplares de *G. soricina* descritos para o México (Alvarez *et al.*, 1991; Baker, 1967), Jamaica (Baker; Bass, 1979), São Paulo (Toledo, 1973), Pernambuco (Souza, 1985) e Pará (Ribeiro *et al.*, 2003). Essa semelhança entre cariótipos de populações distantes confirma a conservação cariotípica já descrita na literatura para esta espécie.

Os exemplares de *Rattus rattus* de Quissamã mostraram um cariótipo com $2n=38$ e $NF=58$, com o cromossomo X sendo um acrocêntrico médio e o Y um acrocêntrico pequeno. Estudos citogenéticos com esta espécie cosmopolita mostram polimorfismos nos números cromossômicos e fundamentais, devido a fusões cêntricas, inversões pericêntricas, presença de cromossomos supranumerários e diferenças nos padrões de bandas-C (Patton; Myers, 1974; Pretel; Guardia, 1977; Yosida; Sagai, 1975; Yosida, 1973). Números diploides iguais a 38 cromossomos foram encontrados para exemplares da América do Sul e Oceania, e 40 e 42 para a Ásia, com diferenças no NF e pequenas variações na composição cariotípica (Yosida *et al.*, 1965; Yosida *et al.*, 1971; Duncan; Peenem, 1971; Yosida; Sagai, 1975; Cavagna *et al.*, 2002; Patil, 2013). No Brasil, cariótipos similares aos encontrados na América do Sul e Oceania, com $2n=38$ e $NF=58$ com heteromorfismos, foram encontrados para São Paulo e Rio Grande do Sul (Bianchi *et al.*, 1969; Kasahara; Yonenaga, 1981; Reiget *et al.*, 1972).

As espécies do gênero *Cerradomys* apresentam uma grande diversidade cariotípica, incluindo diversos casos de polimorfismo intraespecífico, resultado de rearranjos cromossômicos extensos, o que tem sido confirmado por dados citogenéticos e análises filogenéticas que permitem esclarecer a evolução cariotípica no gênero (Langguth; Bonvicino, 2002; Bonvicino, 2003; Percequillo *et al.*, 2008; Bonvicino *et al.*, 2014; Di-Nizo *et al.*, 2020; 2022; Silva *et al.*, 2024). O indivíduo de *Cerradomys goytaca* coletado em Beira de Lagoa, Quissamã, no presente estudo, apresentou o cariótipo $2n=54$ e $NF=66$, com sete pares de cromossomos autossômicos de dois braços, um par acrocêntrico grande e os demais acrocêntricos, variando entre médio e pequeno. Este cariótipo é muito semelhante aos descritos para a localidade-tipo em Jurubatiba, por Tavares, Pessôa e Gonçalves (2011), e ao coletado na mesma restinga por Di-Nizo *et al.*, (2020). Em exemplares de *C. goytaca* da restinga de João Francisco, outra localidade em Quissamã, a 18 km de Beira de Lagoa, foram encontrados cariótipos com $2n=54$ e $NF=62$ e 63 devido, possivelmente, a diferenças na interpretação da morfologia dos acrocêntricos pequenos ou, ainda, devido a inversões pericêntricas nesses cromossomos (Bonvicino *et al.*, 2014).

Esses resultados podem sugerir um polimorfismo populacional nos indivíduos da restinga de João Francisco. Embora estudos anteriores no gênero *Cerradomys* tenham cogitado possibilidade de alguma viabilidade reprodutiva entre cariótipos distintos, esse polimorfismo, mesmo não representando uma barreira reprodutiva, pode ser um fator importante para a conservação da espécie, uma vez que variações cromossômicas, ainda que pequenas, podem indicar processos de isolamento e diferenciação populacional (Di-Nizo *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2024). Para uma avaliação mais completa da diversidade genética, seria interessante complementar esse dado com mais análises moleculares e estudos populacionais mais amplos. Além disso, considerando que *C. goytaca* é endêmica e ameaçada de extinção, essa variação cromossômica pode contribuir para estratégias de manejo e conservação, auxiliando na identificação de possíveis impactos ambientais ou genéticos que possam comprometer a viabilidade das populações remanescentes. Neste caso, nossos resultados têm grande relevância para a conservação: o fato de a população de Quissamã apresentar o mesmo cariótipo da localidade-tipo, mas diferente das demais localidades de Quissamã, indica que essa região é essencial para a manutenção da integridade genética da espécie. Isso fortalece a necessidade de proteger seu habitat nesta localidade através do tombamento dessa nova área de ocorrência como uma nova unidade de conservação.

A localidade de Beira de Lagoa está inserida dentro de uma área considerada pela Prefeitura Municipal de Quissamã como prioritária para conservação da biodiversidade, mas que, até a realização do presente estudo carecia de informações básicas sobre a sua mastofauna. O Decreto Lei 02/2006 (Artigo 68) criou, nesta área, o Parque Natural Municipal dos Terraços Marinhos, uma unidade de proteção integral dedicada à preservação de 2.609,47 hectares de restingas interiores, com

características vegetais distintas das restingas mais litorâneas do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (Quissamã, 2021; Farjalla *et al.*, 2011). A planície arenosa do Parque Natural Municipal dos Terraços Marinhos é geologicamente mais antiga do que os cordões arenosos litorâneos do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, e compreende uma grande diversidade de habitats, tais como formações arbustivas, florestas secas, florestas inundáveis e brejos. Segundo o Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Quissamã, a preservação das restingas presentes nesse parque municipal é fundamental para a manutenção de um corredor ecológico, conectando remanescentes às margens da Lagoa da Ribeira e do Canal Campos – Macaé às restingas das margens da Lagoa Feia, que, por estarem mais distantes do mar, são únicas em sua composição florística. Apesar de sua relevância, o Parque Natural Municipal dos Terraços Marinhos ainda carece de um plano de manejo e de instrumentos legais que permitam sua efetiva implementação. Neste sentido, a ocorrência de uma espécie ameaçada de extinção na área deste parque municipal, conforme documentada no presente estudo, vem subsidiar e reforçar a urgência de que o poder público municipal de fato programe a unidade de conservação idealizada pela lei e preserve os últimos remanescentes de restingas interiores do estado do Rio de Janeiro.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, J.; WILLIG, M. R.; JONES, J. K.; WEBSTER, W. D. *Glossophaga soricina*. *Mammalian Species*, n. 379, p. 1-7, 1991.
- ARAÚJO, M. P.; XAVIER, M. S.; BONATTO, D. C.; PETRY, A. C.; GONÇALVES, P. R. Alienígenas no Parque: gramíneas, peixes teleósteos e mamíferos não nativos do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. In: GONÇALVES, P. R.; PETRY, A. C.; BRAGA, C.; MARTINS, R. L.; ESTEVES, F. A. (org.). *Dimensões ecológicas, geológicas e humanas em estudos de longa duração no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: NUPEM/UFRJ, p. 287-311, 2023.
- BAKER, R. J. Karyotypes of bats of the Family Phyllostomidae and their taxonomic implications. *Southwest Naturalist*, v. 12, n. 4, p. 407-428, 1967. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/3669608>. Acesso em: 27 mai. 2010.
- BAKER, R. J.; BASS, R. A. Evolutionary relationship of the Brachyphyllinae to the Glossophagine genera *Glossophaga* and *Monophyllus*. *Journal of Mammalogy*, v. 60, n. 2, p. 364-372, 1979. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/1379808>. Acesso em: 27 mai. 2010.
- BIANCHI, N. O.; PAULETE-VANRELL, J.; DE VIDAL RIOJA, L. A. Complement with 38 chromosomes in two South American populations of *Rattus rattus*. *Experientia*, v. 25, p. 1111-1112, 1969. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF01901465>. Acesso em: 04 jun. 2024.
- BONVICINO, C. R. A new species of *Oryzomys* (Rodentia, Sigmodontinae) of the *subflavus* group from the Cerrado of central Brazil. *Mammalian Biology*, v. 68, p. 78-90, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1078/1616-5047-00066>.

- BONVICINO, C. R.; CASADO, F.; WEKSLER, M. A new species of *Cerradomys* (Mammalia: Rodentia: Cricetidae) from central Brazil, with remarks on the taxonomy of the genus. *Zoologia*, v. 31, n. 6, p. 525-540, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1984-46702014000600002>. Acesso em: 05 jun. 2025.
- 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, 2008. (Série de Manuais Técnicos, 11).
- BRAGA, C.; LEMOS, H.; MIGUEL, I. R.; CARMO, L. F.; CARDOSO, M. W.; FERNANDES, D. S.; PINNA, P. H.; BATISTA, S.; GONÇALVES, P. R. Flutuações populacionais de pequenos tetrápodes terrestres não voadores na restinga: restrições filogenéticas e de hábitat. In: GONÇALVES, P. R.; PETRY, A. C.; BRAGA, C.; MARTINS, R. L.; ESTEVES, F. A. (org.). *Dimensões ecológicas, geológicas e humanas em estudos de longa duração no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Editora Interciência; Faperj, p. 239-259, 2023.
- CALAHORRA-OLIART, A.; OSPINA-GARCÉS, S. M.; LEÓN-PANIAGUA, L. Cryptic species in *Glossophaga soricina* (Chiroptera: Phyllostomidae): do morphological data support molecular evidence? *Journal of Mammalogy*, v. 102, n. 1, p. 54-68, 2021.
- CARVALHO, B. A.; OLIVEIRA, L. F. B.; NUNES, A. A. P.; MATTEVI, M. S. Karyotypes of nineteen marsupial species from Brazil. *Journal of Mammalogy*, v. 83, n. 1, p. 58-70, 2002.
- CASARTELLI, C.; ROGATTO, S. R.; FERRARI, I. Cytogenetic analysis of some Brazilian marsupials (Didelphidae: Marsupialia). *Canadian Journal of Genetics and Cytology*, v. 28, p. 21-29, 1986.
- CAVAGNA, P.; STONE, G.; STANYON, R. Black rat (*Rattus rattus*) genomic variability characterized by chromosome painting. *Mammalian Genome*, v. 13, p. 157-163, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s0033501-1020-7>. Acesso em: 30 abr. 2025.
- CORRÊA, M. M. de O.; RIBEIRO, M. C. S.; OLIVEIRA, M. B. de; BONVICINO, C. R. Técnicas e avanços na identificação de cromossomos de mamíferos. *Brazilian Journal of Mammalogy*, n. e92, p. e922023116, 2023. <https://bjm.sbmz.org/bjm/article/view/116>.
- DI-NIZO, C. B.; FERGUSON-SMITH, M. A.; SILVA, M. J. J. Extensive genomic reshuffling involved in the karyotype evolution of genus *Cerradomys* (Rodentia: Sigmodontinae: Oryzomyini). *Genetics and Molecular Biology*, v. 43, n. 4, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4685-GMB-2020-0149>. Acesso em: 13 mar. 2025.
- DI-NIZO, C. B.; SUÁREZ-VILLOTA, E. Y.; SILVA, M. J. J. Species limits and recent diversification of *Cerradomys* (Sigmodontinae: Oryzomyini) during the Pleistocene. *PeerJ*, v. 10, e13011, 2022. Disponível em: <http://doi.org/10.7717/peerj.13011>. Acesso em: 05 jun. 2025.
- DUNCAN, J. F.; VAN PEENEN, P. F. D. Karyotypes of ten rats (Rodentia: Muridae) from Southeast Asia. *Caryologia*, v. 24, n. 3, p. 331-346, 1971. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00087114.1971.10796442>. Acesso em: 30 abr. 2025.
- ESTEVES, F. A. de A. *Do Índio Goitacá à Economia do Petróleo: uma viagem pela história e ecologia da maior restinga protegida do Brasil*. Campos dos Goytacazes: Editora Essentia, 2011.

FARJALLA, M. S.; BOZELLI, R. L.; LOUREIRO, C. F. B. Justiça ambiental e reconhecimento: o caso do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. *Floresta e Ambiente*, v. 18, n. 4, p. 460-468, 2011.

FARESIN E SILVA, C. E.; ANDRADE, R. A.; SOUZA, E. M. S.; ELER, E. S.; SILVA, M. N. F.; FELDBERG, E. Comparative cytogenetics of some marsupial species (Didelphimorphia, Didelphidae) from the Amazon basin. *Comparative Cytogenetics*, v. 11, n. 4, p. 703-725, 2017. Disponível em: <http://compcytogen.pensoft.net>. DOI: 10.3897/Comp. Cytogen.v11i4.13962. Acesso em: 11 abr. 2025.

GARDNER, A. L. (Ed.). *Mammals of South America, volume 1: marsupials, xenarthrans, shrews, and bats*. Chicago: University of Chicago Press, 2019.

GRIBEL, R.; HAY, J. D. Pollination ecology of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) in Central Brazil Cerrado vegetation *Journal of Tropical Ecology*, v. 9, n. 2, p. 199-211, 1993.

GRENHA, V.; MACEDO, M. V. de; MONTEIRO, R. F. Predação de sementes de *Allagoptera arenaria* (Gomes) O' Kuntze (Arecaceae) por *Pachymerus nucleorum* Fabricius (Coleoptera, Chrysomelidae, Bruchinae). *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 52, n. 1, p. 50-56, 2008.

HAYMAN, D. L.; MARTIN, P. G. Cytogenetics of marsupials. In: BENIRSCHKE, K. (org.). *Comparative Mammalian Cytogenetics*. New York: Springer-Verlag, 1969.

KASAHARA, S. *Introdução à pesquisa em citogenética de vertebrados*. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 2009.

KASAHARA, S.; YONENAGA-YASSUDA, Y. Chromosome variability in Brazilian specimens of *Rattus rattus* (2n = 38). *Experientia*, v. 37, p. 31-32, 1981.

LANGGUTH, A.; BONVICINO, C. R. The *Oryzomys subflavus* species group, with description of two new species (Rodentia, Muridae, Sigmodontinae). *Arquivos do Museu Nacional*, Rio de Janeiro, v. 60, n. 4, p. 285-294, 2002.

LEMOS, H. de M.; GONÇALVES, P. R. Population dynamics of *Cerradomys goytaca* Tavares, Pessoa and Gonçalves, 2011 (Rodentia: Cricetidae), a species endemic to Brazilian coastal sand dunes. *Oecologia Australis*, v. 19, n. 1, p. 195-214, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.4257/oeco.2015.1901.13>. Acesso em: 30 abr. 2025.

LEMOS, H. D. M.; SILVA, C. A. O.; PATIU, F. D. M.; GONÇALVES, P. R. Barn owl pellets (Aves: *Tyto furcata*) reveal a higher mammalian richness in the Restinga de Jurubatiba National Park, Southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, v. 15, n. 2, p. 1-9, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1676-06032015012114>. Acesso em: 30 abr. 2025.

LOUZADA, N. S. V.; PESSÔA, L. M. Morphometric differentiation of *Glossophaga soricina* (Chiroptera: Phyllostomidae) in three Brazilian biomes. *Zoologia (Curitiba)*, v. 30, p. 419-423, 2013.

MILLER, G. S. List of North American land mammals in the United States National Museum, 1911. US Government Printing Office, 1912.

MORATELLI, R.; MORIELLE-VERSUTE, E.; REIS, N. R.; PERACCHI, A. L. Métodos e aplicações da citogenética na taxonomia de morcegos brasileiros. In: REIS, N. R.; PERACCHI, A.

- L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. (org.). *Morcegos do Brasil*. Londrina: Editora UEL, p. 197-218, 2007.
- MOREIRA, A. D. R.; BOVE, C. P. Flora do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. *Arquivos do Museu Nacional*, v. 68, n. 3-4, p. 163-165, 2010.
- PARESQUE, R.; SOUZA, W. P.; MENDES, S. L.; FAGUNDES, V. 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.
- PATIL, A. J. Karyotype analysis of male rat (*Rattus rattus*) from Amalner, Maharashtra. *Indian Journal of Life Sciences*, v. 2, n. 2, p. 103-105, 2013.
- PATTON, J. L.; MYERS, P. Chromosomal identity of black rats (*Rattus rattus*) from the Galápagos Islands, Ecuador. *Experientia*, v. 30, n. 10, p. 1140-1142, 1974.
- PATTON, J. L.; PARDIÑAS, U. F. J; D'ELÍA, G. (Ed.). Mammals of South America, volume 2: rodents. University of Chicago Press, 2015.
- PEREIRA, N. P.; VENTURA, K.; SILVA JÚNIOR, M. C.; SILVA, D. D. M. E.; YONENAGA-YASSUDA, Y.; PELLEGRINO, K. C. Karyotype characterization and nucleolar organizer regions of marsupial species (Didelphidae) from areas of Cerrado and Atlantic Forest in Brazil. *Genetics and Molecular Biology*, v. 31, n. 4, p. 887-892, 2008.
- PERCEQUILLO, A. R.; HINGST-ZAHER, E.; BONVICINO, C. R. Systematic review of genus *Cerradomys* Weksler, Percequillo and Voss, 2006 (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae: Oryzomyini), with description of two new species from eastern Brazil. *American Museum Novitates*, v. 2008, n. 3622, p. 1-46, 2008.
- PESSÔA, L. M.; TAVARES, W. C.; GONÇALVES, P. R. Mamíferos das Restingas do macrocompartimento litorâneo da Bacia de Campos, Rio de Janeiro. In: PESSÔA, L. M.; TAVARES, W. C.; SICILIANO, S. (Ed.). *Mamíferos de Restingas e Manguezais do Brasil*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Mastozoologia, p. 11-16, 2010a.
- PESSÔA, L. M.; TAVARES, W. C.; SICILIANO, S. (Ed.). *Mamíferos de Restingas e Manguezais do Brasil*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Mastozoologia, 282 p., 2010b.
- PRETEL, M. A.; LA GUARDIA, G. R. D. Chromosomal polymorphism caused by supernumerary chromosomes in *Rattus rattus* ssp. *frugirufus* (Rafinesque, 1814) (Rodentia, Muridae). *Specialia*, v. 15, n. 3, p. 325-328, 1978.
- QUISSAMÃ. *Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica de Quissamã*. Editores: R. S. DE M. VALÉRIO & D. N. S. ALEIXO. 1st ed. Secretaria Municipal de Agricultura, Meio Ambiente e Pesca de Quissamã, 2021.
- REIG, O. A.; GARDNER, A. L.; BIANCHI, N. O.; PATTON, J. L. The chromosomes of the Didelphidae (Marsupialia) and their evolutionary significance. *Biological Journal of the Linnean Society*, v. 9, p. 191-216, 1977.
- REIG, O. A.; PINCHEIRA, J. V.; SPOTORNO, A. O.; WALLER, P. New evidence of a 38-chromosomes karyotype in South American populations. *Specialia*, v. 15, n. 2, p. 225-226, 1972.
- RIBEIRO, N. A. B.; NAGAMACHI, C. Y.; PIECZARKA, J. C.; RISSINO, J. D.; NEVES, A. C. B.; GONÇALVES, A. C. O.; MARQUES-AGUIAR, S.; ASSIS, M. F. L.; BARROS, R. M.

- S.Cytogenetic analysis in species of the Subfamily Glossophaginae (Phyllostomidae, Chiroptera) supports a polyphyletic origin. *Caryologia*, v. 5, n. 1, p. 85–96, 2003.
- SAZIMA, I.; SAZIMA, M. Two in one: the little bat that pollinates and disperses plants at an urban site in Southeastern Brazil. *Biota Neotropica*, v. 22, e20211290, 2022.
- SILVA, W. O.; O'BRIEN, P. C. M.; ROSSI, R. V.; MALCHER, S. M.; FERGUSON SMITH, M. A.; GEISE, L.; PIECZARKA, J. C.; NAGAMACHI, C. Y. Chromosomal rearrangements played an important role in the speciation of rice rats of genus *Cerradomys* (Rodentia, Sigmodontinae, Oryzomyini). *Scientific Reports*, v. 14, p. 545, 2024.
- SOUZA, M. J. Regiões organizadoras do nucléolo em seis espécies de morcegos da família Phyllostomidae. *Ciência e Cultura*, v. 37, n. 7, p. 739-740, supl., 1985.
- SVARTMAN, S. American marsupials' chromosomes: why study them? *Genetics and Molecular Biology*, v. 32, n. 4, p. 675–687, 2008.
- SVARTMAN, M.; VIANNA-MORGANTE, A. M. Karyotype evolution of marsupials: from higher to lower diploid numbers. *Cytogenetic and Cell Genetics*, v. 82, p. 263–266, 1998.
- SVARTMAN, M.; VIANNA-MORGANTE, A. M. Comparative genome analysis in American marsupials: chromosome banding and in-situ hybridization. *Chromosome Research*, v. 7, p. 267–275, 1999.
- SVARTMAN, M.; VIANNA-MORGANTE, A. M. Conservation of chromosomal location of nucleolus organizer in American marsupials (Didelphidae). *Genetica*, v. 118, p. 11–16, 2003.
- TAVARES, G. S. Para além do néctar: *Glossophagasoricina* (Chiroptera: Phyllostomidae) recorre ao pólen de *Scybalium fungiforme* (Balanophoraceae) como fonte proteica alternativa em períodos de escassez de insetos. 2023. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de Botucatu, São Paulo, 2023.
- TAVARES, W. C.; PESSÔA, L. M.; GONÇALVES, P. R. New species of *Cerradomys* from coastal sandy plains of southeastern Brazil (Cricetidae: Sigmodontinae). *Journal of Mammalogy*, v. 92, n. 3, p. 645–658, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1644/10-MAMM-096.1>.
- TAVARES, W. C.; PESSÔA, L. M.; SEUÁNEZ, H. N. Systematics and acceleration of cranial evolution in *Cerradomys* (Rodentia, Cricetidae, Sigmodontinae) of quaternary sandy plains in Southeastern Brazil. *Journal of Mammalian Evolution*, v. 23, p. 281–296, 2016.
- TOLEDO, L. A. *Estudos citogenéticos em morcegos brasileiros (Mammalia – Chiroptera)*. 1973. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, Botucatu, 1973.
- VOSS, R. S.; JANSÁ, S. A. Phylogenetic relationships and classification of didelphid marsupials, an extant radiation of New World metatherian mammals. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, n. 322, p. 1-177, 2009.
- VOSS, R. S.; FLECK, D. W.; JANSÁ, S. A. Mammalian diversity and mammalogy in Amazonian Peru, Part 3 (Didelphimorphia). *Bulletin of the American Museum of Natural History*, n. 432, 87 p., 26 fig., 32 tab., 2019.

WEKSLER, M.; PERCEQUILLO, A. R.; VOSS, R. S. Ten new genera of oryzomyine rodents (Cricetidae: Sigmodontinae). *American Museum Novitates*, v. 2006, n. 3537, p. 1-29, 2006.

WILSON, D. E.; REEDER, D. M. (Ed.). *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference*. 3. ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, v. 2, 142 p. 2005.

YONENAGA-YASSUDA, Y.; KASAHARA, S.; SOUZA, M. J.; L'ABBATE, M. Constitutive heterochromatin, G-bands and nucleolus-organizer regions in four species of Didelphidae (Marsupialia). *Genetica*, v. 58, p. 71-77, 1982.

YOSIDA, T. H. Evolution of karyotypes and differentiation in 13 *Rattus* species. *Chromosoma* (Berl.), v. 40, p. 285-297, 1973.

YOSIDA, T. H.; NAKAMURA, A.; FUKAYA, T. Chromosomal polymorphism in *Rattus rattus* (L.) collected in Kusudomari and Misima. *Chromosoma* (Berl.), v. 16, p. 70-78, 1965.

YOSIDA, T. H.; SAGAI, T. Variation of C-bands in the chromosomes of several subspecies of *Rattus rattus*. *Chromosoma* (Berl.), v. 50, p. 283-300, 1975.

YOSIDA, T. H.; TSUSHIYA, K.; MORIWAKI, K. Karyotypic differences of black rats, *Rattus rattus*, collected in various localities of East and Southeast Asia and Oceania. *Chromosoma* (Berl.), v. 33, p. 252-267, 1971.