



CARIÓTIPOS DE MORCEGOS E SEUS RESPECTIVOS MÉTODOS DE ESTUDO PRESENTES NA LITERATURA

MILENA SORAYA SANTOS LINS; BRUNA VITÓRIA QUIDUTE DE GODOY;
EVELYN KELLY BARBOSA FERREIRA; MARIA GABRIELA MACIEL DE BARROS;
FABIANA AMÉRICA SILVA DANTAS DE SOUZA

RESUMO

Os morcegos, pertencentes à ordem Chiroptera, formam o segundo maior conjunto de mamíferos depois dos roedores, representando aproximadamente 25% das espécies de mamíferos existentes. A análise citogenética comparativa e seus métodos estudos como: técnicas de bandeamentos C e G, NOR, FISH podem ser uma ferramenta poderosa em estudos taxonômicos complexos, contribuindo para aprimorar hipóteses evolutivas ao rastrear mudanças cromossômicas até estados ancestrais, oferecendo perspectivas sobre o processo evolutivo. o objetivo deste trabalho foi elaborar uma revisão bibliográfica acerca de vários cariótipos de morcegos e seus respectivos métodos de estudo presentes na literatura. Para metodologia, foram consultadas 4 bases de dados: NIH (National Library of Medicine), Medline, Scielo e Google Acadêmico. Em seguida, para base das discussões, foi construída uma tabela, indicando a família, o gênero, a espécie, o n° de cromossomos 2n e a técnica utilizada para a análise do cariótipo dos morcegos. A discussão foi baseada na cariotipagem das espécies de morcegos selecionadas, e suas respectivas técnicas de estudos utilizadas na literatura como, bandeamentos C e G, FISH e NOR, além de abordar os hábitos de cada espécie, morfologia e habitat. As espécies de morcegos analisadas nesta revisão pertencem às famílias Emballonuridae, Furipteridae, Molossidae, Noctilionidae, Phyllostomidae e Thyropteridae. Portanto, a investigação dos cariótipos em morcegos é essencial para ampliar nossa compreensão sobre a genética e a evolução desses mamíferos adaptáveis. Foi possível concluir que, a variação nos cariótipos observada nos morcegos, evidencia uma ampla adaptação a diversos nichos ecológicos e dietas, destacando a complexidade e variabilidade desses animais. A continuidade das pesquisas sobre os cariótipos dos morcegos é de suma importância para o progresso do conhecimento nas áreas taxonômica, genética e conservacionista. Esses estudos reforçam a importância dos morcegos como um grupo fundamental para uma compreensão abrangente da biodiversidade global e da dinâmica evolutiva dos mamíferos.

Palavras-chave: Cariotipagem; Bandeamento; FISH; NOR; Diversidade genética; Ordem Chiroptera.

1 INTRODUÇÃO

Os morcegos, classificados na ordem Chiroptera, constituem o segundo maior grupo de mamíferos após os roedores, representando cerca de 25% das espécies de mamíferos existentes. Estima-se que existam mais de 1000 espécies globais de morcegos, agrupadas em 21 famílias. Esta ordem é dividida em duas subordens, Microchiroptera e Megachiroptera, com aproximadamente 756 e 166 espécies, respectivamente. No entanto, há variação na contagem de famílias, gêneros e espécies de morcegos devido à subjetividade na taxonomia e aos critérios

utilizados por diferentes pesquisadores (TOLERA et al., 2021, p. 123).

No Brasil, há cerca de 688 espécies de mamíferos, incluindo os morcegos, que são animais noturnos da ordem Chiroptera, com aproximadamente 200 espécies no país. As origens dos morcegos não são totalmente claras, devido à falta de fósseis do início de sua evolução. Os registros fósseis mais antigos datam de cerca de 60 milhões de anos atrás nos Estados Unidos e Alemanha, mostrando características semelhantes aos morcegos modernos (SANTOS e FARIA, 2024, p. 16).

Ademais, a análise citogenética comparativa pode ser uma ferramenta poderosa em estudos taxonômicos complexos, como os envolvendo morcegos. Ela ajuda a refinar hipóteses evolutivas ao rastrear mudanças cromossômicas até estados ancestrais, fornecendo *insights* sobre o processo evolutivo (FARIAS et al., 2021, p. 569). Logo, os estudos citogenéticos em morcegos têm revelado importantes características. As primeiras informações citogenéticas em morcegos, obtidas por essas técnicas, foram divulgadas por diversos pesquisadores ao longo dos anos, contribuindo para um melhor entendimento dos padrões de bandejamento e da organização cromossômica nesses animais (VARELLA-GARCIA e TARDDEI, 1989). Diante disso, o objetivo deste trabalho foi elaborar uma revisão bibliográfica acerca de vários cariótipos de morcegos e seus respectivos métodos de estudo presentes na literatura

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para construção deste resumo expandido de revisão bibliográfica, foram selecionadas 4 bases de dados: NIH (National Library of Medicine), Medline, Scielo e Google acadêmico. Os idiomas utilizados para a pesquisa foram inglês e português para a busca das palavras-chave: Karyotypes; Bat; NOR; FISH; Banding C; Banding G.

Os critérios de inclusão foram, livros, e artigos revisados por pares que abordassem sobre o estudo de cariótipos em morcegos. Os critérios de exclusão foram artigos não revisados por pares, e que não abordaram o tema. Das 543 publicações filtradas e analisadas nas bases de dados mencionadas anteriormente, foram selecionados 35 estudos. A partir disso, foi construída uma tabela, indicando a família, o gênero, a espécie, o nº de cromossomos 2n e a técnica utilizada para a análise do cariótipo dos morcegos. Por conseguinte, discutiu-se acerca dos hábitos de cada espécie, bem como sua morfologia e habitat, de acordo com a variabilidade de cromossomos em relação a sua cariotipagem.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo do cariótipo de morcegos através de suas técnicas desempenha um papel crucial na sua compreensão biológica (Tabela 1).

Tabela 1. Cariótipos de espécies de morcegos e seus respectivos métodos de estudo. *NOR (Região Organizadora de Nucléolos); *FISH (Hibridização Fluorescente In Situ)

Família	Gênero	Espécie	Total Cromossomos (2n)	deTécnica Utilizada	Referência
Emballonurid ae	<i>Emballonur</i> <i>a</i>	<i>Cyttarops alecto</i>	32	Coloração convencional de Giemsa	BAKER e JONES, 1975.
Furipteridae	<i>Furipterus</i>	<i>Furipterus horrens</i>	34	Coloração convencional de Giemsa	BAKER et al., (1981).

Molossidae	<i>Nyctinomops</i>	<i>Nyctinomops laticaudatus</i>	48	Bandeamento C	MORIELLE e-VERSUTE et al., (1996).
	<i>Cynomops</i>	<i>Cynomops Planirostris</i>	34	Bandeamento G	
				Bandeamento C,	LEITE-SILVA
				Bandeamento NOR, Fluorocromo, FISH	G,et al., (2000); eLEITE-SILVA et al., (2003).
Noctilionidae	<i>Noctilio</i>	<i>Noctilio albiventris</i>	34	Bandeamento C	G,VILAMIU et al., (2002).
Phyllostomidae	<i>Lophostoma</i>	<i>Lophostoma brasiliense</i>	30	Bandeamento *NOR e *FISH	C,SILVA et al., 2022.
	<i>Artibeus</i>	<i>Dermanura gnoma</i>	30	Bandeamento *NOR	C eSOUZA et al., 2021.
	<i>Artibeus</i>	<i>Dermanura anderseni</i>	30	Bandeamento *NOR	C eSOUZA et al., 2021.

A variação no cariótipo pode refletir adaptações específicas desses animais a diferentes ambientes ecológicos e hábitos alimentares. Por exemplo, morcegos que se alimentam de frutas tendem a ter cariótipos mais conservados, enquanto aqueles que se alimentam de insetos podem apresentar maior variabilidade cromossômica. Além disso, diferenças morfológicas, como tamanho corporal e forma das asas, podem ser correlacionadas com variações no cariótipo.

As técnicas de bandeamento têm desempenhado um papel significativo no avanço do entendimento dos mecanismos que conduziram à diferenciação das espécies de morcegos ao longo da evolução. Elas têm sido essenciais para a identificação e elucidação das diferenças e semelhanças entre os cromossomos que surgiram durante esse processo. Para o estudo mais detalhado dos cromossomos, uma grande variedade de metodologias citogenéticas foi desenvolvida. Dentre essas diversas metodologias, podemos citar o bandeamento C, que permite identificar regiões de heterocromatina nos cromossomos. O bandeamento Ag-NOR, que identifica sítios de DNA ribossômicos, isto é, as regiões organizadoras do nucléolo.

O bandeamento G, que mostra regiões ricas em diferentes bases nitrogenadas ao longo dos cromossomos; e a Hibridização In Situ Fluorescente (FISH), técnica que permite identificar regiões específicas dentro dos cromossomos. A Coloração com Giemsa, que permite a identificação do número, morfologia e organização do conjunto cromossômico, e a colocação em fluorocromo que utiliza compostos fluorescentes (REIS, 2007; SANTOS e FARIAS, 2024).

Família Emballonuridae – *Cyttarops alecto*

Cyttarops é um gênero monotípico facilmente distinguido de outros da mesma família por sua pelagem longa, sedosa, de cor cinza a preta; um uropatágio que não possui sacos ou glândulas especializadas; um processo pós-orbital longo e estreito que não está fundido à crista supraorbital; e pela ausência de um espaço entre os dois pré-molares superiores (LÓPEZ-BAUCCELLS et al., 2018). Essa espécie é de hábito insetívoro, que ocorre em mata primária e abriga-se sob as folhas de palmeiras, geralmente situadas em áreas abertas, em planícies úmidas com até 300 m de altitude (TAVARES et al., 2012).

Família Phyllostomidae – *Lophostoma brasiliense*, *Dermanura gnoma* e *Dermanura anderseni*

L. brasiliense é um morcego insetívoro com ampla distribuição na região Neotropical, desde o sul do México até o centro do Paraguai e Brasil. Apesar disso, está sub-representado em coleções biológicas, com apenas 36 registros na Colômbia, dos quais 29 possuem exemplares vouchers. Registros iniciais citam a espécie como *Tonatia minuta* ou *Tonatia brasiliense*, mas alguns não incluíram espécimes vouchers. O aumento dos registros foi realizado por diversos pesquisadores, porém algumas regiões ainda estão sub-representadas (ESQUIVEL, 2020).

A espécie *Dermanura gnoma* foi registrada nos países Bolívia, Brasil, Equador, Guianas, Peru e Venezuela, sendo não registrada no Brasil apenas na região Sul. Tal morcego tem uma pelagem dorsal castanho-clara, com ventre mais claro e listas faciais não tão evidentes; possui coloração amarelada nas orelhas, trago e base da folha nasal. É considerada a menor espécie do gênero *Artibeus* do Brasil, pois seu antebraço possui entre 34 e 38,3mm. Ainda, esse morcego se abriga em folhas modificadas (tendas) de diversas espécies e de hábito frugívoro, com dieta sendo pouco conhecida. No Brasil, contudo, se alimenta de frutos de figueiras (REIS et al., 2007).

Endêmica à América do Sul, a espécie *Dermanura anderseni* é encontrada no Equador, Bolívia, Peru e no oeste do Brasil, sendo sua localidade-tipo Rondônia e Porto Velho, Brasil. Esse morcego é considerado pequeno, as fêmeas possuem antebraço com cerca de 39 a 40,2mm. São raros dados bioecológicos dessa espécie. Trata-se de uma espécie frugívora que se abriga em tendas modificadas e, no Brasil, foi encontrada em áreas de floresta, vereda e cerrado. Não é considerada ameaçada, uma vez que possui baixo risco de extinção (REIS et al., 2007).

Família Furipteridae – *Furipterus horrens*

Os morcegos da espécie *Furipterus horrens* são cavernícolas, e estão ameaçados de extinção, sendo classificado como “vulnerável” em nível de Nacional (ICMBio, 2018; LEAL e BERNARD, 2021; MMA, 2022). As cavernas são abrigos fundamentais para centenas de espécies de morcegos. Pode ser encontrado em uma mesma caverna espécies nectarívoras, frugívoras, insetívora e hematófagas (BARROS et al., 2021). Em relação a sua destruição geográfica, essa espécie pode ser encontrada desde a Costa Rica até o Peru e sul do Brasil (até Santa Catarina), incluindo Trinidad (VIEIRA, 1942; KOOPMAN, 1993). O *Furipterus horrens* é um morcego de pequeno porte e estritamente insetívoro (UIEDA et al., 1980).

Família Molossidae – *Nyctinomops laticaudatus* e *Cynomops planirostris*

Nyctinomops laticaudatus distribui-se desde o centro do México, por toda América Central (ÁVILA-FLORES et al, 2002). Segundo Marinho-Filho e Sazima (1998), no Brasil, a espécie está presente nos biomas Amazonia, Cerrado, Caatinga e Pantanal. Apresenta a pelagem dorsal de coloração castanho escuro e a ventral levemente mais clara. São animais insetívoros que se alimentam preferencialmente de Coleoptera e Lepidoptera (SILVA-TABOADA, 1979). A espécie apresenta estado de conservação de baixo risco (IUCN, 2006).

Cynomops planirostris tem uma ampla distribuição na Região Neotropical, sendo encontrado desde o Panamá até o sul da América do Sul (KOOPMAN, 1994). Registros de *C. planirostris* foram documentados na Guiana Francesa, Guiana, Suriname, Venezuela, Colômbia, Peru, Bolívia, Brasil, Paraguai e no norte da Argentina (KOOPMAN, 1994; EGER, 2008). Seu antebraço tem o comprimento de 29,0 - 35,0 mm e comprimento total do crânio de 14,1 - 17,5 mm. Esses animais são insetívoros, e formam pequenas colônias de cerca de oito indivíduos e se abriga em oco de árvore e frestas de postes e mourões de cerca (REIS, 2007).

Família Noctilionidae – *Noctilio albiventris*

Noctilio albiventris tem uma envergadura de 400 mm, comprimento cabeça-corpo de 75 mm e comprimento do antebraço variando de 55 a 65 mm (NOWAK, 1991). Sua pelagem também é curta (REIS et al., 2013). Ele apresenta uma ampla, mas descontínua, distribuição que se estende do sul do México até o norte da Argentina e o oeste do Uruguai (GARDNER, 2008), incluindo as ilhas do Caribe (LÓPEZ-BAUCELLS et al., 2016). No Brasil, é encontrado em todos os principais domínios fitogeográficos, incluindo a Amazônia, Cerrado, Caatinga, Pantanal, Mata Atlântica e Pampa. Sua dieta é bastante diversificada, consumindo artrópodes, peixes, frutos e pólen (GARBINO, 2016).

4 CONCLUSÃO

O estudo dos cariótipos em morcegos é fundamental para aprofundar nosso entendimento sobre a genética e evolução desses mamíferos diversificados e adaptáveis. A análise dos cariótipos emprega desde métodos clássicos de citogenética até técnicas avançadas, como Fluorescence In Situ Hybridization (FISH) e sequenciamento de nova geração. Essas abordagens proporcionam uma precisão superior nos dados comparativos e uma resolução mais detalhada das estruturas cromossômicas. A variedade de cariótipos observada nos morcegos, reflete uma adaptação extensa a diversos nichos ecológicos e dietas, destacando a complexidade e variabilidade desses animais. Essas investigações não apenas elucidam aspectos até então pouco compreendidos de sua biologia e ecologia, mas também fundamentam iniciativas de conservação. Portanto, a continuidade das pesquisas sobre os cariótipos dos morcegos é crucial para o avanço do conhecimento taxonômico, genético e conservacionista, reforçando a importância desses estudos para uma compreensão mais ampla da biodiversidade global e da dinâmica evolutiva dos mamíferos.

REFERÊNCIAS

- AVILA-FLORES, R.; FLORES - MARTÍNEZ, J. J.; ORTEGA, J. **Nyctinomops laticaudatus. Mammalian Species.** v.697, New York: 2002, p. 1-6.
- BARROS et al. **An exceptionally high bat species richness in a cave conservation hotspot in Central Brazil.** Acta Chiropterologica. 2021.
- BAKER, R. J. et al. Results of the Alcoa Foundation Suriname Expeditions. VI. Additional chromosomal data for bats (Mammalia: Chiroptera) from Suriname. **Annals of Carnegie Museum.** v.50, Pittsburg: 1981, p.333-344.
- BAKER, R. J.; JONES JR., J. K. Additional records of bats from Nicaragua, with a revised checklist of Chiroptera. Occasional Papers, **Museum of Texas Tech University.** v.34, Lubbock: p.1-13, 1975.
- ESQUIVEL et al. **New records of Pygmy Round-eared Bat, Lophostoma brasiliense Peters, 1867 (Chiroptera, Phyllostomidae), and updated distribution in Colombia.** Check List – The Journal of Biodiversity Data, 2020.
- EGER, J.L. Family Molossidae P. Gervais, in: A.L. GARDNER (ed.). Mammals of South America, v. 1: marsupials, xenarthrans, shrews, and bats. Chicago: **The University of Chicago Press.** 1856; p. 399-440, 2008.

FARIAS et al. Chromosome Painting in *Lonchorhina aurita* Sheds Light onto the Controversial Phylogenetic Position of Sword-Nosed Bats (Chiroptera, Phyllostomidae). **Cytogenet and Genome Research**, 2021.

GARBINO GST. **Research on bats (Chiroptera) from the state of Sao Paulo, southeastern Brazil: annotated species list and bibliographic review**. Arquivos de Zoologia, Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo 47 (3): p. 43–128, 2016.

GARDNER AL. **Family Noctilionidae Gray, 1821**. In: GARDNER AL (Ed) Mammals of South America. v. 1, Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. University of Chicago Press, Chicago, p. 384–389, 2008.

ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção: Volume II – **Mamíferos**. Brasília, DF : ICMBio/MMA, 2018.

IUCN. **Red List of threatened Species**. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. 2006.

KOOPMAN, K.F. **Order Chiroptera**, p. 137-241. In: WILSON, D.E. REEDER, D.M. Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference. Washington, D.C., Smithsonian Institution Press, 2 ed. 1993.

KOOPMAN, K.F. **Chiroptera: Systematics**. Handbook of Zoology. Berlin and New York: Walter de Gruyter. v. 8, part 60: 1–217, 1994.

LEAL, ESB. BERNARD E. **Mobility of bats between caves: ecological aspects and implications for conservation and environmental licensing activities in Brazil**. Studies on Neotropical Fauna and Environment. 2021.

LEITE-SILVA, et al. Caracterização cromossômica de *Molossops planirostris* (Chiroptera, Molossidae) com uso de bandeamento C, coloração com nitrato de prata, fluorocromos base-específicos e FISH. In: Congresso Nacional de Genética, Águas de Lindóia, Genetics and Molecular Biology (Suplement), Ribeirão Preto: **Sociedade Brasileira de Genética**, 2000.

LEITE-SILVA. Et al. Karyotypic characterization of the bat species *Molossus ater*, *M. molossus* and *Molossops planirostris* (Chiroptera, Molossidae) using FISH and banding techniques. **Hereditas**, v.138, Lund: p.94, 2003.

LÓPEZ-BAUCELLS et al. **Field Guide to Amazonian Bats**. Editora: INPA, Manaus, 168 p., 2016.

LÓPEZ-BAUCELLS, A., et al. **Field guide to the bats of the Amazon**. Exeter, U.K.: Pelagic Publishing, 2018.

MARINHO - FILHO, J. S.; SAZIMA, I. Brazilian bats and conservation biology: a first survey. In: KUNZ, T. H.; RACEY, P. A. (Eds.). Bat biology and Conservation. Washington: **Smithsonian Institution Press**, 1998. p.282-294.

MMA (Ministério do Meio Ambiente). Portaria MMA, nº 148, de 7 de jun de 2022. In: BERNARD et al. Morcegos no Parque Nacional do Catimbau, Pernambuco, Brasil: Síntese de

uma Década (2012-2022) de Pesquisas. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – **Biodiversidade Brasileira**, 13(2): p. 1-17, 2023.

MORIELLE-VERSUTE, E. et al. Karyotypic patterns of seven species of molossid bats (Molossidae, Chiroptera). *Cytogenetics and Cell Genetics*. v.72, 1996, p.26-33. NOWAKRM. **Walker's Mammals of the World**. 5 ed; The Johns Hopkins University Press, Baltimore & London, 778 p., 1991.

REIS, et al. **Morcegos do Brasil**. Londrina; 253p., 2007.

REIS et al. **Morcegos do Brasil: Guia de Campo**. Technical Books, Rio de Janeiro, 260 p., 2013.

SANTOS, Adriano Silva dos. FARIA, Karina de Cassia. Criaturas noturnas: investigando os cromossomos e a diversidade de morcegos no Brasil. **Sociedade Brasileira de Genética; Genética na Escola** – v. 19, nº 1, 2024.

SILVA et al. Chromosome painting and phylogenetic analysis suggest that the genus *Lophostoma* (Chiroptera, Phyllostomidae) is paraphyletic. **Scientific Reports**, 2022.

SILVA TABOADA, G. Lista de los parasitos hallados en murciélagos cubanos. Poeyanna, seria A, v.12: 1965, p. 1-14. Los murciélagos de Cuba. **Editorial Academia**, Havana: 1979, 423 p.

SOUZA et al. Comparative cytogenetics of two species of *Dermanura* (Chiroptera, Phyllostomidae) in Midwestern Brazil. **Comparative Cytogenetics**, 2021.

SIMMONS, N. B. **Order Chiroptera**. In D. E. Wilson & D. M. Reeder (Eds.), *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference* (p. 312-529). Johns Hopkins University Press, 2005.

TADEI, Valdir Antonio. UIEDA, Wilson. **Distribution and Morphometrics of *Natalus Stramineus* From South America (Chiroptera, Natalidae)**. Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre, 2001.

TAVARES, et al. **Morcegos**. In: Martins et al. *Fauna da Floresta Nacional de Carajás: Estudos sobre vertebrados terrestres*, Nitro Editorial São Paulo, 2012.

TOLERA et al. Chromosome Study of Ethiopian Bat Species (Order Chiroptera). **American Journal of Bioscience and Bioengineering** – v. 9, nº 4, 2021.

UIEDA, W.; I. SAZIMA & A. STORTI-FILHO. **Aspectos da biologia do morcego *Furipterus horrens***. *Revista Brasileira de Biologia*, Rio de Janeiro, v.1, p. 59-66, 1980.

VARELLA-GARCIA, Marileila. Taddei, Valdir Antonio. Citogenética de Quirópteros: Métodos e Aplicações. **Revista Brasileira de Zoologia**; 1989.

VIEIRA, C.C. **Ensaio monográfico sobre os quirópteros do Brasil**. *Arquivos de Zoologia*, São Paulo, v.3, nº8, p. 219-471, 1942.

VILAMIU, R. P; CORRÊA, M. M; PESSOA, L. M. **Descrição cariotípica de *Noctilio albiventris* (Noctilionidae) da RPPN SESC-MT.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, 24, 2002, Itajaí, Livro de Resumos; Itajaí: Ed. Berger, p.510, 2002.