

BORBOLETAS DO GÊNERO *QUADRUS* LINDSEY, 1925 (LEPIDOPTERA: HESPERIIDAE): UMA ABORDAGEM INTEGRATIVA COMO FERRAMENTA PARA ELUCIDAR COMPLEXOS DE ESPÉCIES

Palavras-Chave: INSETOS, MATA ATLÂNTICA, SISTEMÁTICA

Autores(as):

JOÃO PAULO BIASO DIAS PINTO, IB – UNICAMP

Dr. RICARDO RUSSO SIEWERT (coorientador), IB – UNICAMP

MSc. PATRÍCIA AVELINO MACHADO, IB – UNICAMP

Dr^a KARINA LUCAS SILVA-BRANDÃO, ZMH

Prof. Dr. ANDRÉ VICTOR LUCCI FREITAS (orientador), IB – UNICAMP

INTRODUÇÃO:

A família HesperIIDae (Lepidoptera) compreende um dos mais notáveis grupos de borboletas neotropicais, apresentando por volta de 4200 espécies descritas (Bridges 1994; Warren *et al.* 2008; Cong *et al.* 2019; Li *et al.* 2019; Zhang *et al.* 2019). Mesmo com tamanha riqueza, ainda hoje é considerado um dos grupos menos estudados entre os Papilionoidea (borboletas) (*sensu* Heikkilä *et al.* 2011), principalmente pela falta de especialistas. Atualmente são reconhecidas 12 subfamílias de HesperIIDae, sendo Pyrginae a segunda maior, contendo mais de 1000 espécies e 150 gêneros descritos (Ackery *et al.* 1999; Li *et al.*, 2019; Zhang *et al.*, 2019, 2020). A subfamília em questão é notável por apresentar espécies de coloração críptica e inconspícua, dificultando a correta identificação das espécies desse grupo. Dentro de Pyrginae, o gênero *Quadrus* Lindsey, 1925 possui 42 espécies sendo algumas tão similares em forma e padrão que a determinação correta se torna um desafio (Warren *et al.* 2023). Nesse sentido, é comum que erros de identificação sejam encontrados com frequência na literatura, o que reflete a taxonomia negligenciada do grupo. Na Mata Atlântica há o registro de ao menos cinco espécies do gênero (Figura 1) (Mielke *et al.* 2023), mas análises prévias com dados moleculares apontam para possíveis complexos de espécies crípticas que até o momento não foram elucidados. Dessa forma, é notória a necessidade da realização de um estudo minucioso para a correta estruturação e delimitação das espécies de *Quadrus* presentes na Mata Atlântica.

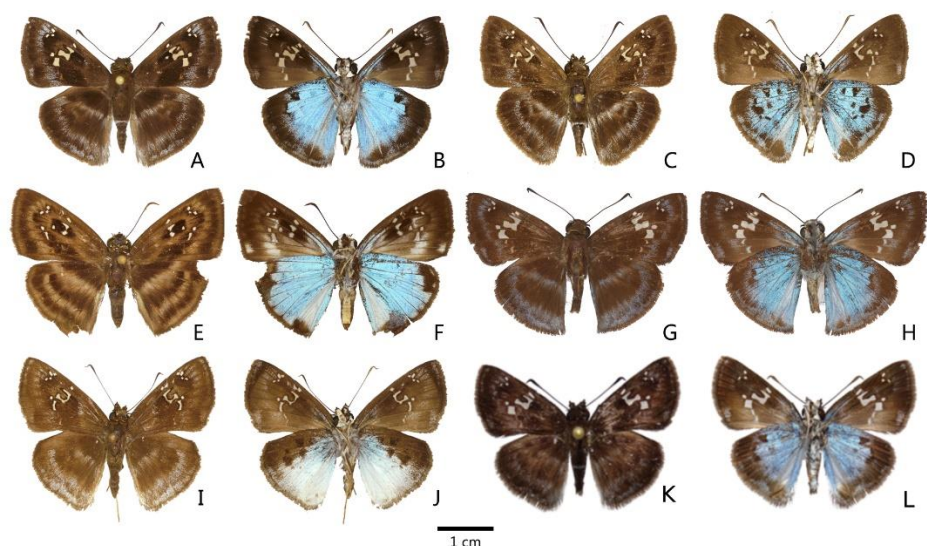


Figura 1. Espécies de *Quadrus* Lindsey 1925 (Lepidoptera: Hesperíidae) presentes na Mata Atlântica, em vistas dorsal e ventral, respectivamente. (A, B) *Q. cerialis*; (C, D) *Q. fanda*; (E, F) *Q. jacobus*; (G, H) *Q. tros*; (I, J) *Q. u-lucida mimus*; (K, L) *Q. sp. nov.*

Assim, o objetivo do presente estudo é contribuir para a compreensão do complexo de espécies de *Quadrus* distribuídas na Mata Atlântica por meio da integração de dados morfológicos e moleculares.

METODOLOGIA:

Os dados moleculares foram obtidos através do banco de dados do Laboratório de Ecologia e Sistemática de Borboletas da UNICAMP (LABBOR) e no banco de dados genéticos GenBank.

Para o estudo morfológico, foram obtidos 30 exemplares provenientes de 13 localidades. Os espécimes estudados foram obtidos através do material depositado na Coleção de Zoologia (ZUEC) do Museu de Diversidade Biológica da UNICAMP (MDBio). Os caracteres morfológicos foram analisados através de metodologia usual adotada em estudos de sistemática em Lepidoptera. Para isso, os indivíduos de ambos os sexos tiveram seus abdomens destacados e fervidos em banho-maria em solução de hidróxido de potássio KOH (10%) até o amolecimento dos tecidos para posterior dissecação das genitálias.

As fotografias foram obtidas através do processo de automontagem com o auxílio do estereomicroscópio Zeiss SteREO Discovery.V20 e software Syncroscopy® Auto-montage Pro versão 5.03.004. Todo o material voucher foi depositado na Coleção de Zoologia (ZUEC) no Museu de Diversidade Biológica da Unicamp (MDBio).

Com o intuito de propor uma hipótese filogenética para as espécies de *Quadrus* da Mata Atlântica, foram utilizados os parâmetros de Máxima Verossimilhança (Maximum Likelihood) no programa IQ-Tree v. 2.3.5 (Minh *et al.* 2020) utilizando a subunidade I do Citocromo c Oxidase (COI, 658 pb) como marcador molecular. A matriz final foi composta por 117 espécimes de *Quadrus*. As espécies *Gesta horatius*, *Burnsius communis* e *Carcharodus alceae* foram usadas como grupo externo. O suporte dos ramos foi estimado com base em 1000 réplicas de Ultrafast Bootstrap. As árvores geradas foram visualizadas no programa FigTree v.1.4.4 (Rambaut, 2010).

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A partir das análises realizadas, quatro clados do gênero *Quadrus* foram identificados (Figura 2): (1) o clado *cerialis*, composto pelas espécies *Q. cerialis*, *Q. tros*, *Q. u-lucida mimus* e *Quadrus* sp. nov. (veja abaixo); (2) o clado *lugubris*; (3) o clado *contubernalis*; e (4) o clado *francesius*. Com relação às espécies já registradas na Mata Atlântica, foram encontradas três espécies pertencentes ao clado *cerialis*, sendo *Q. tros* e *Q. u-lucida mimus*, além de uma nova espécie ainda não descrita (Fig. 1 - K, L). Os outros três clados são compostos por espécies distribuídas na América Central.

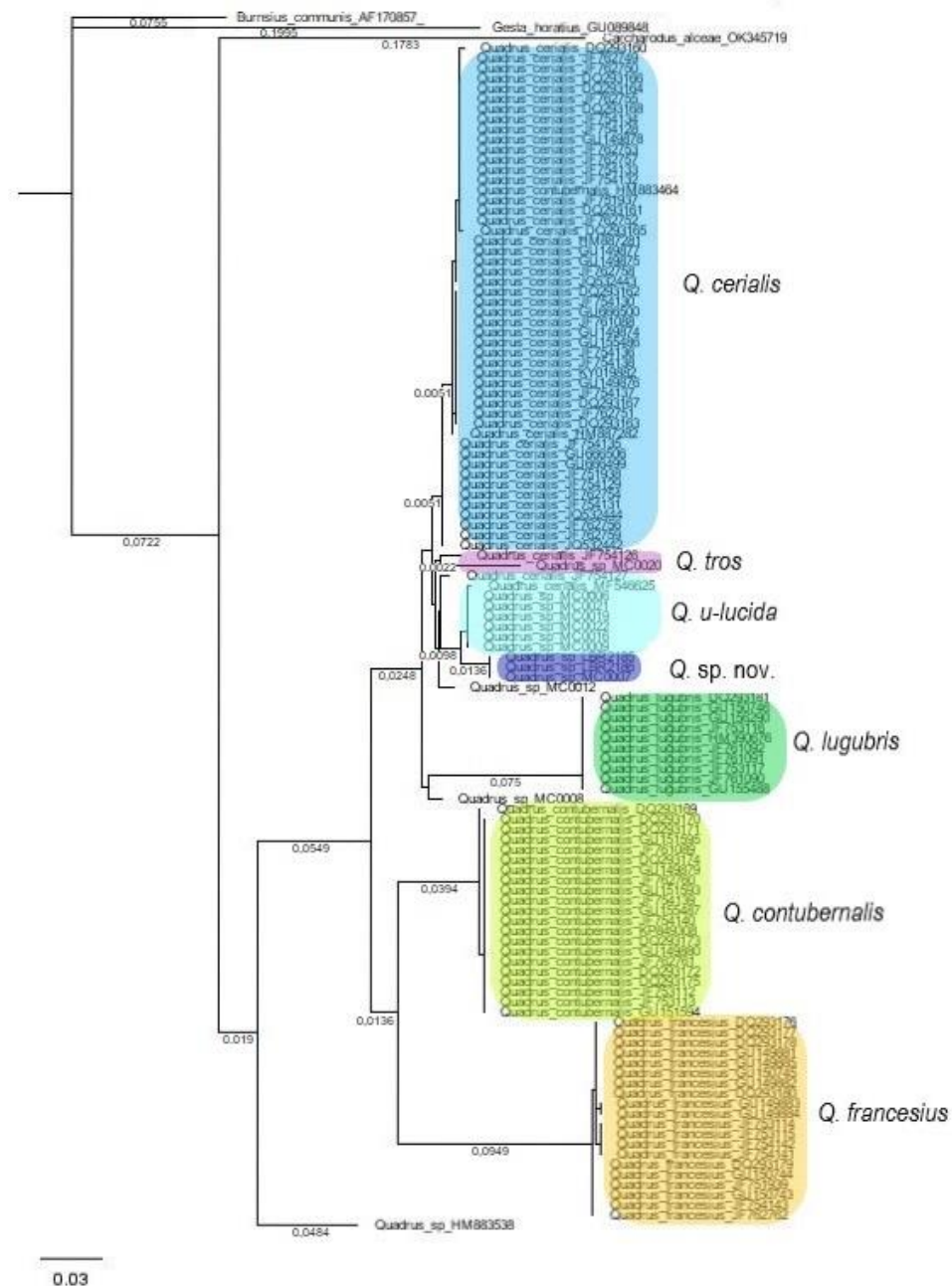


Figura 2. Relação filogenética de máxima verossimilhança de espécies de *Quadrus* (Lepidoptera: HesperIIDae) com bases em sequências do gene COI. Os números abaixo dos ramos indicam valores de Ultrafast Bootstrap.

A análise morfológica das espécies pertencentes ao clado *cerialis* corroborou os resultados obtidos na análise filogenética. As principais diferenças podem ser observadas na estrutura da valva e no esterigma. Em *Q. cerialis* a valva é caracterizada por apresentar a porção distal truncada, enquanto as lamelas vaginais são arredondadas com uma curta proeminência em formato de espinho. Já as outras espécies apresentam variações aparentes deste padrão. *Q. u-lucida mimus* possui valva de formato retangular, com porção distal afilada, e lamelas vaginais de curto comprimento, levemente arredondadas com pequenas projeções em formato de espinhos. Já em *Q. tros* as lamelas são retangulares e apresentam projeções em formato de espinhos. Por fim a espécie ainda não descrita, apresenta lamelas proporcionalmente maiores, que possuem projeções em formato de espinho também maiores em relação as demais.

A identificação da espécie nova só foi possível ser realizada através dos dados moleculares e pelo padrão morfológico das genitálias. Até o momento, a nova espécie era erroneamente identificada como *Q. cerialis*, uma vez que o padrão morfológico externo é bastante similar por se tratar de um grupo de espécies crípticas. A comparação da morfologia da genitália foi realizada com base nas ilustrações provenientes nos estudos de Godman & Salvin (1894) e Evans (1953) e nos permitiu identificar *Q. cerialis* como uma espécie amplamente distribuída na região Amazônica. No entanto, ainda se torna necessária uma análise mais abrangente sobre a distribuição das espécies do clado *cerialis*.

CONCLUSÕES:

Os resultados obtidos no presente estudo permitiram elucidar quais são as espécies de *Quadrus* presentes na região de Mata Atlântica a partir da integração de dados morfológicos e moleculares, além de apontar a existência de uma espécie ainda não descrita e que até o momento era tratada como *Q. cerialis*. Dessa forma, não resta dúvida sobre a importância de uma abordagem integrativa em estudos taxonômicos, principalmente para grupos de espécies crípticas.

BIBLIOGRAFIA

- ACKERY, P.R., DE JONG, R., VANE-WRIGHT, R.I.** 1999. The butterflies: Hedyloidea, Hesperioidea and Papilionoidea. Lepidoptera, Moths and Butterflies. 1. Evolution, Systematics, and Biogeography. In: Kristensen N. P. (ed.), Walter de Gruyter, Berlin, Vol. 4, Part 35, pp. 263– 300.
- BRIDGES, C.A.** 1994. Catalogue of the family-group, genus-group and species-group names of the Hesperioidea (Lepidoptera) of the world. Urbana, Author. [xiv] + xxxii + 598 pp.
- CONG, Q., ZHANG, J., SHEN, J. & GRISHIN, N.V.** 2019. Fifty new genera of HesperIIDae (Lepidoptera). *Insecta Mundi*, 731: 1-56.

- EVANS, W.H.** 1953. A catalogue of the American Hesperiidæ indicating the classification and nomenclature adopted in the British Museum (Natural History). Part III. Groups E, F, G. Pyrginae Section 2. British Museum (Natural History).
- GODMAN, F.D. & SALVIN, O.** 1894. *Biologia Centrali-Americana. Insecta. Lepidoptera-Rhopalocera.* London, Dulau & Co., Bernard Quaritch. 2: 361-376, pl. 82.
- HEIKKILÄ, M., KAILA, L., MUTANEN, M., PEÑA, C., WAHLBERG, N.** 2011. Cretaceous origin and repeated tertiary diversification of the redefined butterflies. *Proceedings of the Royal Society B*, 1430: 1-7.
- LI, W., CONG, Q., SHEN, J., ZHANG, J., HALLWACHS, W., JANZEN, D.H., GRISHIN, N.V.** 2019. Genomes of skipper butterflies reveal extensive convergence of wing patterns. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(13): 6232-6237. 7
- MIELKE O.H.H., DOLIBAINA D.R., CARNEIRO E., SIEWERT R.R., CASAGRANDE, M.M.** 2023. Hesperiidæ in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD. Disponível em <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/148391>.
- MINH, B. Q., NGUYEN, M. A. T., & VON HAESELER, A.** (2013). Ultrafast approximation for phylogenetic bootstrap. *Molecular biology and evolution*, 30 (5), 1188-1195.
- RAMBAUT, A.** 2010. FigTree v1. 3.1. Institute of Evolutionary Biology, University of Edinburgh, Edinburgh.
- WARREN, A.D., OGAWA, J.R., BROWER, A.Z.** 2008. Phylogenetic relationships of subfamilies and circumscription of tribes in the family Hesperiidæ (Lepidoptera: Hesperiidæ). *Cladistics*, 24: 1-35.
- WARREN, A.D., K. J. DAVIS, E. M. STANGELAND, J. P. PELHAM, K. R. WILLMOTT & N. V. GRISHIN.** 2023. Illustrated Lists of American Butterflies. Disponível em <http://www.butterfliesofamerica.com/>.
- ZHANG, J., CONG, Q., SHEN, J., BROCKMANN, E., GRISHIN, N.V.** 2019. Three new subfamilies of skipper butterflies (Lepidoptera, Hesperiidæ). *ZooKeys*, 861: 91-105.
- ZHANG, J., BROCKMANN, E., CONG, Q., SHEN, J. & GRISHIN, N.V.** 2020. A genomic perspective on the taxonomy of the subtribe Carcharodina (Lepidoptera: Hesperiidæ: Carcharodini). *Zootaxa*, 4748: 182-194.