




VI ENCONTRO DE ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE



entomologia_ufgd

Insetos sustentando a vida na Terra

www.even3.com.br/vieecb 

GIGANTES AMEAÇADOS: A VULNERABILIDADE DE *Dynastes* McLeay, 1819 (Coleoptera: Melolonthidae: Dynastinae) NA AMÉRICA DO SUL E A BAIXA REPRESENTATIVIDADE EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

CÁCERES, Juan Sebastián D.¹, SANTOS, Andrezo A.², LIRA, Aline O.³, FREITAS, Marcelo Rodrigues⁴; MELO, José Wagner da Silva⁵, GROSSI, Paschoal C.⁶

¹ Laboratório de Acarologia, Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Pernambuco. email: juansebastianduenascaceres@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3067-5976>

² Laboratório de Taxonomia de Insetos, Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5195-3819>

³ Laboratório de Taxonomia de Insetos, Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4598-2952>

⁴ Laboratório de Acarologia, Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Pernambuco. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3361-2141>

⁵ Laboratório de Acarologia, Departamento de Zoologia, Universidade Federal de Pernambuco. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1056-8129>

⁶ Laboratório de Taxonomia de Insetos, Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6601-5967>

RESUMO

O gênero *Dynastes* (MacLeay, 1819), inclui espécies emblemáticas da América do Sul, porém pouco estudadas sob a perspectiva conservacionista. Este estudo buscou mapear a distribuição das espécies sul-americanas de *Dynastes* e avaliar sua sobreposição com Áreas de Proteção da Biodiversidade (APBs). Foram compilados 693 registros de ocorrência a partir de coleções entomológicas e do GBIF. Utilizou-se modelagem de distribuição potencial com o algoritmo Maxent, variáveis bioclimáticas do WorldClim e métricas de avaliação (AUC e TSS). A sobreposição com APBs foi analisada via QGIS. Apenas 10,4% dos registros ocorreram dentro de APBs, com destaque para Colômbia, Venezuela e Equador. Parques Nacionais foram o tipo de APB mais frequente. O modelo de distribuição potencial (AUC = 0,905; TSS = 0,706) indicou alta influência da sazonalidade da temperatura (BIO4) e da temperatura do trimestre mais úmido (BIO8). Áreas de alta adequabilidade ambiental coincidiram com regiões andinas e da Mata Atlântica, mas a representatividade em APBs foi baixa, especialmente para *D. takakuwai*. Conclui-se que as APBs sul-americanas oferecem baixa cobertura para *Dynastes*, reforçando a necessidade de inventários direcionados e revisão do status de conservação dessas espécies.

PALAVRAS-CHAVE: Dynastini; Pontos críticos de biodiversidade; Status de conservação; Modelo de distribuição potencial.

INTRODUÇÃO


Na América do Sul, a tribo Dynastini inclui os gêneros *Dynastes* MacLeay, 1819, *Megasoma* Kirby, 1825 e *Golofa* Hope, 1837. Atualmente, *Dynastes* compreende dois subgêneros endêmicos do Novo Mundo: *Theogenes* Burmeister, 1847, com duas espécies (*Dynastes neptunus* (Quensel, 1805) e *Dynastes satanas* Moser, 1909), e *Dynastes*, que reúne 15 espécies em duas linhagens distintas, das quais apenas a linhagem dos “Hercules gigantes” ocorre na América do Sul. Nessa região, são registradas sete espécies (*Dynastes bleuzeni* Silvestre & Dechambre, 1995; *Dynastes ecuatorianus* Ohaus, 1913; *Dynastes lichyi* Lachaume, 1985; *Dynastes morishimai* Nagai, 2002; *Dynastes*



VI ENCONTRO DE ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Insetos sustentando a vida na Terra



www.even3.com.br/vieecb 

entomologia_ufgd

occidentalis Lachaume, 1985; *D. paschoali* Grossi & Arnaud, 1993), além de *Dynastes takakuwai* Nagai, 2002, cuja posição subgenérica permanece incerta.

Embora ocorrendo em regiões de alta prioridade para conservação, como os Andes Tropicais e a Mata Atlântica (Myers, 2000), o *status* de conservação do gênero permanece indefinido. Das nove espécies sul-americanas, apenas *D. paschoali* está listada nas categorias de ameaça da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) (Grossi *et al.* 2008), mas é plausível supor que muitas enfrentam sérios riscos de extinção em decorrência da perda de habitats. Essa condição evidencia a necessidade de estudos que integrem abordagens taxonômicas e biogeográficas. A primeira abordagem oferece estabilidade para a classificação do grupo, possibilitando consistência nas ações de conservação (Thomson *et al.* 2018). Análises de distribuição geográfica e modelagem de nicho ecológico são ferramentas essenciais para identificar padrões históricos de dispersão, áreas de endemismo e potenciais barreiras ao fluxo gênico, além de fornecer subsídios para estratégias de conservação voltadas a populações restritas e vulneráveis (Neo & Loyola 2016). Considerando esse cenário, o presente estudo teve como objetivo mapear a distribuição de *Dynastes* na América do Sul e avaliar a sobreposição dessas áreas com Áreas de Proteção da Biodiversidade (APB), de modo a compreender a vulnerabilidade do grupo e contribuir para futuras ações de conservação, incluindo a definição de *status* de ameaça para as espécies sul-americanas do gênero.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção de pontos de distribuição de Dynastes na América do Sul:

Os registros de ocorrência utilizados neste estudo foram obtidos a partir de exemplares depositados em coleções entomológicas do **Brasil** (CERPE, CEMT, MZSF), **Colômbia** (IAvH-E), **Equador** (QCAZ), **Estados Unidos** (TTU-Z, FMNH, MCZ, UMMZ) e **França** (MNHN). Adicionalmente, foram levantados dados da “Global Biodiversity Information Facility” (GBIF). Todos os registros foram organizados e inseridos no software de geoprocessamento QGIS v.3.34.4 como camadas de texto delimitado. Junto com as ocorrências foram adicionadas as camadas que incluem os polígonos das Áreas de Proteção à Biodiversidade (APB) de Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Peru e Venezuela, disponíveis em <https://www.protectedplanet.net/en>. Para identificar a quantidade de pontos com ocorrência dentro das APB utilizou-se a ferramenta de união de atributos por localização.

Construção do modelo de distribuição potencial em APB:

Os pontos de ocorrência obtidos foram filtrados espacialmente



VI ENCONTRO DE ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE



entomologia_ufgd

Insetos sustentando a vida na Terra

www.even3.com.br/vieecb 

mantendo registros separados por, no mínimo, 30 arc-seg (≈ 1 km), gerando o conjunto final para a modelagem. Utilizaram-se as 19 variáveis bioclimáticas da base WorldClim 2.1 (<https://www.worldclim.org/>), na resolução de 30 arc-seg correspondentes às condições climáticas atuais (dados históricos de 1970–2000). Para reduzir a multicolinearidade entre variáveis, aplicou-se análise de Fator de Inflação de Variância (VIF), removendo variáveis com $VIF > 5$ e/ou $r < 0,7$. O modelo de distribuição geográfica de *Dynastes* foi desenvolvido com o algoritmo Maxent, que estima a probabilidade de distribuição potencial de cada espécie a partir de registros de ocorrência. Foram gerados aleatoriamente 1000 pontos de background. Os dados foram particionados em 70% para treinamento e 30% para teste, repetindo-se a partição 10 vezes aleatoriamente (bootstrap), resultando em 10 modelos. A avaliação considerou a Área sob a Curva ROC (AUC) e a True Skill Statistic (TSS). A significância do modelo foi refletida pela AUC, variando de 0,5 (desempenho baixo) a 1,0 (alto). Apenas modelos com TSS superior à média geral foram mantidos, e a média final de AUC e TSS foi calculada com base nesse conjunto filtrado. Todas as análises foram realizadas na linguagem R v. 4.4.2 (R Core Team, 2024), utilizando os pacotes *dismo*, *dplyr*, *ENMeval*, *geodata*, *geosphere*, *raster*, *rJava*, *sdm*, *sf*, *shiny*, *sp*, *spThin*, *spocc*, *terra*, *tidyr*, *tmap* e *usdm*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram mapeados 693 pontos de ocorrência de *Dynastes* na América do Sul, distribuídos no Brasil (17.7%), Colômbia (15.6%), Equador (15.4%), Peru (11.9%), Bolívia (8.1%), e Venezuela (6.2%). Apenas 72 ocorrências (10.4%) foram recuperadas dentro de alguma APB. Colômbia foi o país com maior número de ocorrências nestas áreas, representando 36%, seguida por Venezuela (27.8%), Equador (27.7%), Bolívia (4.2%), e por fim, Peru e Brasil representando cada um 1.4%.

Embora cada país apresente diferentes tipos de APBs (Figura 1-A), os registros ocorreram principalmente em Parques Nacionais (PN), correspondendo a 42% dos registros, com destaque para o Equador. As espécies mais bem representadas nas APBs foram *D. lichy*, *D. neptunus* e *D. bleuzeni* Silvestre & Dechambre, 1995, concentrando 76% das ocorrências. *Dynastes lichy* ocorreu principalmente em PNs equatorianos; *D. neptunus* teve maior ocorrência na APB “Sierra Nevada de Santa Marta” (Colômbia), reserva da Biosfera da UNESCO; e *D. bleuzeni*, endêmica da Venezuela,



teve maior ocorrência em PNs e Zonas Protetoras (ZP). As demais espécies sul-americanas apresentaram entre uma e três ocorrências, com *D. takakuwai* ausente nas áreas avaliadas.

A sobreposição dos dados obtidos das coleções entomológicas (313 ocorrências), não recuperou pontos dentro das APBs. Entretanto, ao incluir os dados do GBIF (380 ocorrências), identificaram-se 72 pontos em APBs, destacando a relevância de bases de dados biológicos e a baixa contribuição das coleções entomológicas estudadas para o monitoramento da fauna de interesse para a conservação em áreas protegidas. Por fim, evidenciou-se a baixa cobertura das APBs da América do Sul em relação às espécies de *Dynastes*, corroborando observações de Oliveira *et al.* (2017) sobre o conhecimento limitado da biodiversidade em APBs no Brasil, refletido no número extremamente baixo de 0.001 registros de espécies por Km² e na conclusão que 40% das linhagens evolucionárias de alto valor para a conservação não se encontram representadas nas APBs. No caso de *Dynastes*, é provável que as espécies sul-americanas ocorram na maioria das APBs próximas às localidades registradas neste estudo. Para suportar esta hipótese de ocorrência, construímos um modelo de distribuição potencial para as espécies de *Dynastes* incluídas na nossa análise (Figura 1-B). O modelo gerado, utilizando o algoritmo Maxent, apresentou AUC = 0,905 e TSS = 0,706, demonstrando seu bom desempenho e constatando sua confiabilidade na predição da distribuição potencial de *Dynastes*.

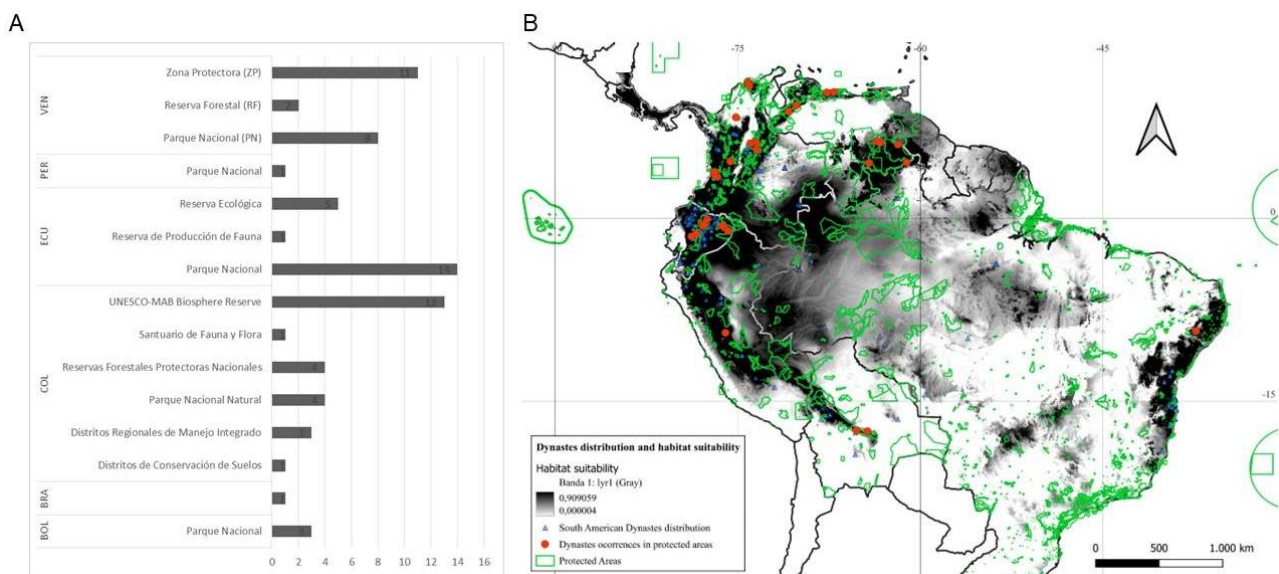


Figura 1. Representações gráficas da distribuição de *Dynastes* na América do Sul. **A-** Relação entre o tipo de APB e o número de ocorrências de *Dynastes* nos países da América do Sul com registros do gênero; **B-** Modelo de distribuição potencial Maxent das espécies sul-americanas de *Dynastes*. As áreas pretas representam probabilidades de ocorrência acima de 90%, incluindo os dados de ocorrência reais e sua sobreposição dentro das APBs.

A análise das variáveis indicou que a distribuição potencial de *Dynastes* é determinada principalmente pela sazonalidade da temperatura (BIO4, ~62%) e, em menor grau, pela temperatura




VI ENCONTRO DE ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE



entomologia_ufgd

Insetos sustentando a vida na Terra

www.even3.com.br/vieecb 

média do trimestre mais úmido (BIO8, ~31%), enquanto as demais variáveis apresentaram contribuição reduzida (<15%), evidenciando a predominância de fatores térmicos. No mapa de distribuição potencial, áreas mais adequadas para a ocorrência de *Dynastes* aparecem em preto e cinza escuro, enquanto áreas de baixa adequabilidade ou inadequadas aparecem em tons de cinza claro e branco. Regiões com probabilidades acima do 90% coincidem com áreas protegidas ao longo dos Andes Tropicais, desde a Venezuela até o sul da Bolívia, abrangendo a distribuição das espécies do subgênero *Theogenes*, restrito aos ecossistemas andinos, e todas as espécies do subgênero *Dynastes*, exceto *D. paschoali*, *D. bleuzeni* e *D. takakuwai*. Na Mata Atlântica brasileira, *D. paschoali* apresenta padrão semelhante. Altas probabilidades de ocorrência nas APBs foram observadas no sudeste venezuelano para *D. bleuzeni*. Já *D. takakuwai*, não foi registrada dentro das APBs e apresenta probabilidade de distribuição abaixo de 60%, indicando distribuição potencial limitada mesmo nas áreas próximas aos registros deste estudo.

CONCLUSÕES

Este trabalho representa um dos primeiros esforços para definir o *status* de conservação para *Dynastes* e evidencia a baixa cobertura das APBs sul-americanas em relação à distribuição do gênero. A ausência de registros das coleções entomológicas dentro dessas áreas levanta questões sobre o papel dessas coleções na conservação e no monitoramento de populações em áreas protegidas. A integração de dados de coleções formais e bases de biodiversidade pode fortalecer redes de retroalimentação de informações sobre espécies de alto valor conservacionista. O modelo indica que, embora não haja monitoramento formal, é provável a existência de populações bem estabelecidas em grande parte das APBs, ressaltando a necessidade de inventários futuros para avaliar seu estado atual e subsidiar a definição do *status* de conservação do gênero na América do Sul.

REFERÊNCIAS

- Grossi E.J. et al. 2008. *em* Machado, A. B. M.; Drummond, G. M.; Paglia, A. P.: (Eds.). Mamíferos ameaçados de extinção no Brasil. In: BRASIL. Ministério do Meio Ambiente; FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção. Brasília/Belo Horizonte: MMA; Fundação Biodiversitas, v. 1, p. 361-362.
- Huang, J.P. 2016. The great American biotic interchange and diversification history in *Dynastes* beetles (Scarabaeidae; Dynastinae). *Zool. J. Linn. Soc.* 178: 88–96.
- Huang, J.P. 2017. The Hercules beetles (subgenus *Dynastes*, genus *Dynastes*, Dynastidae): a revisionary study based on the integration of molecular, morphological, ecological, and geographic analyses. *Misc Pub Mus Zool Univ Mich.* (206):1–31.
- Myers, N., et al. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature.* 403:853–858. doi:10.1038/35002501
- Neto, P. L., & Loyola, R. (2016). Biogeografia da conservação. Biogeografia da América do Sul: analisando espaço, tempo e forma, 2nd. ROCA Editors, 168-179.
- Oliveira, U. et al. 2017. Biodiversity conservation gaps in the Brazilian protected areas. *Sci. Rep.* 7:9141
- R Core Team. 2024. R: A language and environment for statistical computing (Version 4.4.2). R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>



entomologia_ufgd

VI ENCONTRO DE ENTOMOLOGIA E CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Insetos sustentando a vida na Terra



www.even3.com.br/vieecb



Thomson, S. A. et al. 2018. Taxonomy based on science is necessary for global conservation. PLoS biology, 16(3), e2005075.