

Distribuição potencial atual e futura de *Acanthochelys macrocephala* (Rhodin, Mittermeier & McMorris, 1984) (Testudines: Chelidae)

Rafaella Amorim¹

rafaellamorim@outlook.com.br

Izabely Bergossa²

bergossa.iza.dias@gmail.com

Tainá Dorado Rodrigues³

tainadorado@gmail.com

Elizangela Silva Brito⁴

eliz.chelidae@gmail.com

Christine Strüssmann⁵

chrstrussmann@gmail.com

Matheus O. Neves⁶

nevesmo@yahoo.com.br

Universidade Federal de Mato Grosso

INTRODUÇÃO. A tartaruga-de-cabeça-grande do Pantanal, *Acanthochelys macrocephala* (RHODIN, MITTERMEIER & MCMORRIS, 1984), é um quelônio de água doce encontrado principalmente na bacia do rio Paraguai, abrangendo os biomas do Pantanal, Chaco Úmido, Chaco Seco e uma pequena porção do Cerrado (DORADO-RODRIGUES et al., 2023). Esta espécie habita principalmente terras úmidas e pântanos, mas há registros em outros ambientes que frequentemente estão sujeitos a secas sazonais (RHODIN et al., 2018). Classificada como Quase Ameaçada pela IUCN (2018), a espécie enfrenta tendência de queda populacional devido a ameaças como mudanças climáticas e perda de habitat (RHODIN et al., 2009). Desde 2020, grandes incêndios florestais têm sido reportados no Pantanal (TOMAS et al., 2021, 2022). Esses incêndios afetam diretamente *A. macrocephala*, que, por estar durante a estação seca, se torna uma das principais vítimas entre os vertebrados impactados. Apesar de ocorrerem em áreas de proteção ambiental, a proteção efetiva não é adequada (FAGUNDES et al., 2016) pois não a protege dos eventos de grandes secas e incêndios. Modelos de distribuição de espécies (MDE) são essenciais para estudar a distribuição potencial das espécies e identificar fatores ambientais limitantes (PETERSON et al., 2011). Esses modelos também ajudam a prever mudanças futuras na distribuição das espécies sob diferentes cenários climáticos (ANDRADE et al., 2024). O uso de MDE é importante para preencher lacunas no conhecimento sobre espécies raras e ameaçadas (ANDRADE et al., 2024). Assim, este estudo visa analisar a distribuição geográfica real e potencial atual e futura (2100) de *A. macrocephala* usando MDE, com foco em sua conservação.

MATERIAIS E MÉTODOS. Os registros de ocorrência são provenientes de bases de dados e artigos disponíveis em: GBIF.org, Specieslink.net, Scielo.org, Webofscience.com e Google Acadêmico. Foram registrados 119 pontos de ocorrência. Após a remoção de 17 duplicatas e 27 pontos próximos (menos de 5 km), restaram 75 pontos finais para a análise dos MDEs. Modelamos a distribuição potencial de *A. macrocephala* utilizando cinco variáveis climáticas do WorldClim v2.1 (FICK & HIJMANS, 2017): Temperatura Média Anual (BIO01), Isotermalidade (BIO03), Sazonalidade de Temperatura (BIO04), Precipitação Anual (BIO12) e Sazonalidade de Precipitação (BIO15). Também, utilizamos três variáveis topográficas: Curvatura do Perfil, Índice de Posição Topográfica e Declive (AMATULLI et al., 2018). As projeções futuras foram baseadas em três modelos de circulação geral (GFDL-ESM4, IPSL-CM6A-LR e MRI-ESM2-0) e dois cenários de aquecimento global ‘Shared Socioeconomic Pathway’ (SSP 245 e SSP 585). Utilizamos o *Ensemble of Small Models* (ESM, BREINER et al., 2015), empregando três algoritmos: ANN, GLM e CTA. Geramos pseudo-ausências com pontos aleatórios correspondentes ao número de ocorrências reais de *A. macrocephala*. Após a construção dos modelos, realizamos 100 previsões usando diferentes amostras aleatórias representando 75% das ocorrências reais, e avaliamos a precisão com os 25%

restantes utilizando os índices de Sørensen, AUC e Boyce. Utilizamos o método da área mínima prevista (MPA, ENGLER et al., 2004) para definir limiares de probabilidade e converter a adequação do habitat em mapas binários de presença e ausência, abrangendo 90% das ocorrências reais. Todas as análises foram conduzidas no software R (VERSÃO 3.5.2, R CORE TEAM, 2023).

RESULTADOS. De acordo com os registros de ocorrência no Brasil, a espécie está distribuída principalmente no Pantanal, nos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, com alguns registros no Cerrado. No Paraguai, ocorre no Chaco Seco e ocasionalmente nas margens do Chaco Úmido. Na Bolívia, sua presença é observada no Chaco Seco. A projeção atual da distribuição potencial de *A. macrocephala* indica que a espécie possui adequabilidade climática nas regiões do Pantanal e do Chaco, abrangendo os países do Brasil, Paraguai e Bolívia, totalizando 372.196,65 km². No Brasil, a maior parte da faixa de distribuição está presente no Pantanal, entre os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, com possíveis presenças também no Cerrado, especialmente em áreas de transição com o Pantanal. No Paraguai, a espécie é mais adaptada ao Chaco Seco. Segundo Rhodin (2009), a espécie apresenta grande adaptabilidade à temperaturas extremas nessa região, e também apresenta distribuição nas bordas do Chaco Úmido e no Pantanal. Na Bolívia, há alta adequabilidade no Chaco Seco e na Floresta Seca Chiquitana. Para esta última região, não há registros confirmados de ocorrência até o momento. Embora existam áreas com condições climáticas adequadas fora da sua distribuição atual, a espécie pode não conseguir ocupar esses locais devido à sua baixa mobilidade e às restrições históricas que limitam sua dispersão (SOUZA et al., 2019). Os modelos gerados apresentaram resultados satisfatórios em suas métricas (média ± desvio padrão: Sørensen = 0,8464 ± 0,0316; AUC = 0,9876 ± 0,0060; Boyce = 0,9846 ± 0,0116), refletindo sua robustez e precisão. Além disso, o valor do Ensemble demonstra desempenho positivo, justificando que os resultados subsequentes são derivados do modelo Ensemble e suas projeções. As variáveis que mais contribuíram para os modelos foram BIO01 (1.1277), BIO03 (1.1385) e BIO04 (1.1309). As projeções para o futuro (2100) indicam redução significativa na distribuição de *A. macrocephala*. De acordo com a projeção SSP 245, a espécie estaria restrita predominantemente ao Cerrado, especialmente nas regiões próximas ao rio Paraná, abrangendo áreas entre os estados de Mato Grosso do Sul e São Paulo. Atualmente a espécie é restrita à Bacia do rio Paraguai, sendo esta, sua principal área de distribuição geográfica (RHODIN et al., 2021). Na Bolívia, a distribuição se concentra na região do Chaco e na Floresta Seca Chiquitana e essa distribuição estaria drasticamente reduzida em comparação com o cenário atual. Por outro lado, na projeção SSP 585, um cenário mais pessimista, as condições climáticas seriam insuficientes para a sobrevivência da espécie, levando à sua extinção.

CONSIDERAÇÕES FINAIS. A distribuição real e potencial de *A. macrocephala* é fortemente associada ao Pantanal e ao Chaco Seco. No futuro, em um cenário climático mais brando (SSP 245) as áreas adequadas para a espécie tendem a mudar da Bacia do Paraguai para a Bacia do Paraná e no cenário mais drástico (SSP 585) não haverá áreas adequadas para a espécie, o que poderá levar a espécie a extinção.

PALAVRAS-CHAVE: Chelidae. Pantanal. Chaco. Ocorrência. Modelagem.

AGRADECIMENTOS: Fundação Rufford, Fundação Ecotrópica, CNPq, FAPEMAT e UFMT.

Referências

AMATULLI, Giuseppe *et al.* A suite of global, cross-scale topographic variables for environmental and biodiversity modeling, links to files in GeoTIFF format [dataset publication series]. **PANGAEA**, 2018.

ANDRADE, Hugo *et al.* Modeling the potential distribution to present and future of the poorly known species *Xenohyla eugenioi* Caramaschi, 1998 (Anura: Hylidae) with findings about its distribution, natural history, and conservation. **Papéis Avulsos De Zoologia**, São Paulo, vol.64, e202464002, 2024.

BREINER, Frank *et al.* Overcoming limitations of modeling rare species by using ensembles of small models. **Methods in Ecology and Evolution**, Oxford, 6(10): 1210-1218, 2015.

DORADO-RODRIGUES, Tainá *et al.* New records and distribution extension of *Acanthochelys macrocephala* (Rhodin, Mittermeier & McMorris 1984) in midwestern Brazil. **Cuadernos de Herpetología**, Madrid, 37 (2): 223-226, 2023.

ENGLER, Robin; GUI SAN, Antoine; RECHSTEINER, Luca. An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudo-absence data. **Journal Applied of Ecology**, Oxford, 41(2): 263-274, 2004.

FAGUNDES, Camila; VOGT, Richard; MARCO JÚNIOR, Paulo. Testing the efficiency of protected areas in the Amazon for conserving freshwater turtles. **Diversity and Distributions**, Chichester, 22(2): 123-135, 2016.

FICK, Stephen; HIJMANS, Robert. WorldClim 2: New 1-km Spatial Resolution Climate Surfaces for Global Land Areas. **International Journal of Climatology**, Chichester, 37: 4302-4315, 2017.

IUCN, 2018. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Available in: www.iucnredlist.org.

PETERSON, Andrew *et al.* **Ecological niches and geographic distributions**. Princeton: Princeton University Press, 2011.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing. Version 3.5.2**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2019.

RHODIN, Anders; MITTERMEIER, Russel; MCMORRIS, Robert. *Platemys macrocephala*, a new species of chelid turtle from central Bolivia and the Pantanal region of Brazil. **Herpetologica**, Lawrence, 40(1): 38-46, 1984.

RHODIN, Anders *et al.* *Acanthochelys macrocephala* (Rhodin, Mittermeier, and McMorris, 1984) – Big-headed Pantanal swamp turtle, Pantanal swamp turtle. **Chelonian Research Foundation**, Charleston, 5, 040.1-040.8, 2009.

RHODIN, Anders *et al.* 2018. *Acanthochelys macrocephala* (errata version published in 2019). The IUCN Red List of Threatened Species, 2018.

RHODIN, Anders *et al.* **Turtles of the world: Annotated Checklist and Atlas of Taxonomist, Synonymy, Distribution, and Conservation Status** (9ª edição). Charleston: Chelonian Research Foundation, 2021.

SOUZA, Franco *et al.* Niche divergence and diversification in South American freshwater turtles of the genus *Acanthochelys* (Chelidae). **Amphibia-Reptilia**, 40, 475-485, 2019.

TOMAS, Walfrido *et al.* Counting the Dead: 17 Million Vertebrates Directly Killed by the 2020's Wildfires in the Pantanal Wetland, Brazil. **Research Square**, 3-10, 2021.

TOMAS, Walfrido *et al.* **A million Shades of Gray**. PANTANAL SCIENCE, 2022.