

# Atualização da Categorização do Risco de Extinção e Modelagem de Nicho Ecológico da Espécie *Anthurium bromelicola* Mayo & L.P.Félix

Lara Fabian Rodrigues de Jesus<sup>1\*</sup> , Daniel Oliveira Reis<sup>1</sup> , Juliano Ricardo Fabricante<sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Universidade Federal de Sergipe (UFS). Av. Ver. Olímpio Grande, S/N- SE, 49510-200.

\*Autor para correspondência: [lara\\_fabian1@hotmail.com](mailto:lara_fabian1@hotmail.com)

Recebido em 07 de março de 2023.

Aceito em 11 de julho de 2023.

Publicado em 31 de agosto de 2023.

**Resumo** - O táxon *Anthurium bromelicola* Mayo & L.P.Félix está atualmente categorizado como “Quase ameaçado”, contudo, a elevada pressão antrópica sobre seu habitat exige atualização da sua categorização. O presente estudo objetivou realizar a atualização da categorização do risco de extinção de *A. bromelicola* para o Brasil. Além disso, objetivou a realização da modelagem de nicho ecológico para Caatinga e Mata Atlântica nordestina, visando identificar áreas potenciais a sua ocorrência. Foram coletados pontos georreferenciados da espécie nas bases de dados online speciesLink, Global Biodiversity Information Facility (GBIF) e em trabalhos científicos. A recategorização foi realizada através do site Geospatial Coconservation Assessment Tool (GeoCAT). Estes foram utilizados na realização da modelagem de nicho ecológico. As variáveis bioclimáticas de temperatura e precipitação foram obtidas no WorldClim 2.0. A modelagem foi realizada no pacote Biomod2 em ambiente R e o mapa foi confeccionado no software QGIS. A espécie *A. bromelicola* teve sua categorização atualizada para “Em perigo” devido sua área de ocupação de 84 Km<sup>2</sup> e em razão das condições de conservação das suas localidades de ocorrência. O táxon apresentou alta susceptibilidade de ocorrência em regiões da Bahia, Pernambuco e Alagoas em sítios de Caatinga e Mata Atlântica e em algumas unidades de conservação.

**Palavras-chave:** Araceae. Em perigo. Nordeste do Brasil.

## Update on Extinction Risk Categorization and Ecological Niche Modeling of *Anthurium bromelicola* Mayo & L.P.Félix

**Abstract** - The taxon *Anthurium bromelicola* Mayo & L.P.Félix is currently categorized as “Near Threatened”; however, the high anthropogenic pressure on its habitat requires an update of its categorization. This study aimed to update the extinction risk categorization of *A. bromelicola* for Brazil. Additionally, it aimed to perform ecological niche modeling for the Caatinga and northeastern Atlantic Forest, in order to identify potential areas of occurrence. Georeferenced points of the species

were collected from online databases such as speciesLink, the Global Biodiversity Information Facility (GBIF), and scientific works. The recategorization was conducted using the Geospatial Conservation Assessment Tool (GeoCAT) website. These data were used in the ecological niche modeling. Bioclimatic variables of temperature and precipitation were obtained from WorldClim 2.0. The modeling was performed using the Biomod2 package in the R environment, and the map was created using the QGIS software. The species *A. bromelicola* has been updated to the “Endangered” category due to its occupancy area of 84 km<sup>2</sup> and the conditions of its localities. The taxon showed high susceptibility of occurrence in regions of Bahia, Pernambuco, and Alagoas in Caatinga and Atlantic Forest sites, as well as in some conservation units.

**Keywords:** Araceae. Endangered. Northeast of Brazil.

## **Atualização sobre Categorização de Risco de Extinção e Modelado de Nicho Ecológico de *Anthurium bromelicola* Mayo & L.P.Félix**

**Resumen** - El taxón *Anthurium bromelicola* Mayo & L.P.Félix está actualmente categorizado como “Casi Amenazado”; sin embargo, la alta presión antropogénica sobre su hábitat requiere una actualización de su categorización. Este estudio tuvo como objetivo actualizar la categorización del riesgo de extinción de *A. bromelicola* para Brasil. Además, se propuso realizar la modelización de nicho ecológico para la Caatinga y la Mata Atlántica nordestina, con el fin de identificar posibles áreas de presencia. Se recolectaron puntos georreferenciados de la especie en bases de datos en línea como speciesLink, la Global Biodiversity Information Facility (GBIF) y trabajos científicos. La recategorización se realizó a través del sitio web Geospatial Conservation Assessment Tool (GeoCAT). Estos datos se utilizaron para la modelización del nicho ecológico. Las variables bioclimáticas de temperatura y precipitación se obtuvieron de WorldClim 2.0. La modelización se realizó utilizando el paquete Biomod2 en el entorno R y el mapa se creó con el software QGIS. La especie *A. bromelicola* ha sido actualizada a la categoría “En Peligro” debido a su área de ocupación de 84 km<sup>2</sup> y a las condiciones de sus localidades. El taxón presentó una alta susceptibilidad de presencia en regiones de Bahía, Pernambuco y Alagoas en sitios de Caatinga y Mata Atlántica, así como en algunas unidades de conservación.

**Palabras clave:** Araceae. Amenazada. Nordeste de Brasil.

## **Introdução**

O Brasil apresenta a flora mais rica em espécies do mundo com cerca de 36.400 plantas terrestres (Martins et al. 2018; MMA, 2022). Muitas delas estão ameaçadas em razão das atividades humanas (Loyola et al. 2018). Dentre essas espécies está *Anthurium bromelicola* Mayo & L.P.Félix (Araceae). O táxon em questão é uma epífita que se desenvolve em tanques de bromélias (Paula et al. 2019; Pimenta et al. 2021), especialmente dos gêneros *Aechmea* Ruiz & Pav. e *Hohenbergia* Schult. & Schult.f. (Mayo

et al. 2000). Endêmica da Mata Atlântica nordestina e da Caatinga (CNCflora 2012; Coelho et al. 2015), está categorizada atualmente como “Quase ameaçada” (CNCflora 2012).

Devido a sua distribuição restrita, sua dependência de outras espécies e das condições de conservação das suas localidades de ocorrência (ver CNCflora, 2012; Lino & Dias, 2014; Pimentel et al. 2021), uma reavaliação do risco de extinção da espécie torna-se necessária. Adicionalmente, apontar áreas susceptíveis para sua ocorrência também é extremamente importante, uma vez que, pode representar um importante subsídio para futuros projetos que visem a conservação de *Anthurium bromelicola*.

Assim, o presente estudo objetivou atualizar o status de conservação da espécie *Anthurium bromelicola* e mapear áreas com maior adequabilidade ambiental para a ocorrência da espécie.

## Material e métodos

### Coleta dos dados

Inicialmente foram coletados pontos de ocorrência georreferenciados da espécie estudada nas bases de dados online Global Biodiversity Information Facility GBIF (GBIF 2023), Specieslink (Specieslink 2023) e em trabalhos científicos (artigos, dissertações, teses, etc.). No total foram reunidos 32 pontos, dos quais, após o processo de limpeza e organização, foram utilizados 25 para a realização das análises descritas a seguir.

### Categorização do risco de extinção

Os pontos coletados foram exportados para o site Geospatial Coconservation Assessment Tool (GeoCAT) (Bachman, 2011). No site foi traçado um polígono, respeitando o princípio do mínimo polígono convexo, que em seguida foi gradeado com células de 4 Km<sup>2</sup>. Por fim, para o conhecimento da área de ocupação (AOO) da espécie, o número de células ocupadas foi contabilizado. Para a complementação da análise, foram realizadas inferências sobre as condições de conservação das localidades de ocorrência da espécie. Para isso, foram adquiridos rasters de uso e ocupação do solo do Projeto MapBiomas (2023) para o ano mais recente disponível (2021). Adicionalmente, também foram obtidos rasters sobre a conversão de terras ocorrida entre os anos de 2012 e 2021. Os rasters foram posteriormente exportados para o software QGIS (QGIS 2023) junto dos pontos de ocorrência da espécie.

Todo o processo de categorização seguiu as normas, critérios e subcritérios estabelecidos pela International Union for Conservation of Nature's (IUCN 2022).

### Modelagem de nicho climático

As variáveis bioclimáticas utilizadas para a análise foram obtidas no WorldClim 2.0 (Fick e Hijmans 2017). Foi realizado a análise de correlação de Spearman e as variáveis que apresentaram uma correlação de 0,7 ou superior foram excluídas, restando assim: Bio 2 (variação diurna média de temperatura), Bio 7 (Amplitude térmica anual), Bio 8 (Temperatura média do trimestre mais úmido), Bio 15 (Sazonalidade da precipitação), Bio 16 (Precipitação do trimestre mais chuvoso), Bio 18 (precipitação do trimestre mais seco) e Bio 19 (precipitação do trimestre mais frio).

Foram utilizados diferentes algoritmos para estimar a distribuição potencial da espécie estudada: Maximum Entropy (MaxEnt) (Phillips et al. 2006), Random Forest (RF) (Liaw e Wiener 2002), Generalized Additive Models (GAM) e GLM (Guisan et al. 2002). Esses algoritmos foram selecionados por serem comumente utilizados em estudos de modelagem de nicho ecológico de espécies de plantas com poucos pontos de ocorrência (ver Fois et al. 2018), como é o caso do táxon estudado.

O processo de modelagem foi feito utilizando o pacote Biomod2 (Thuiller et al. 2021) em ambiente R (R Core Team 2023). Cada modelo gerado nos diferentes algoritmos foi replicado 10 vezes a partir da divisão dos pontos de ocorrência em 70% treino e 30% teste (Zurell et al. 2020). As avaliações dos modelos foram feitas através das métricas disponíveis no Biomod2: TSS (True Skill Statistic) e ROC (Receiver Operation characteristic).

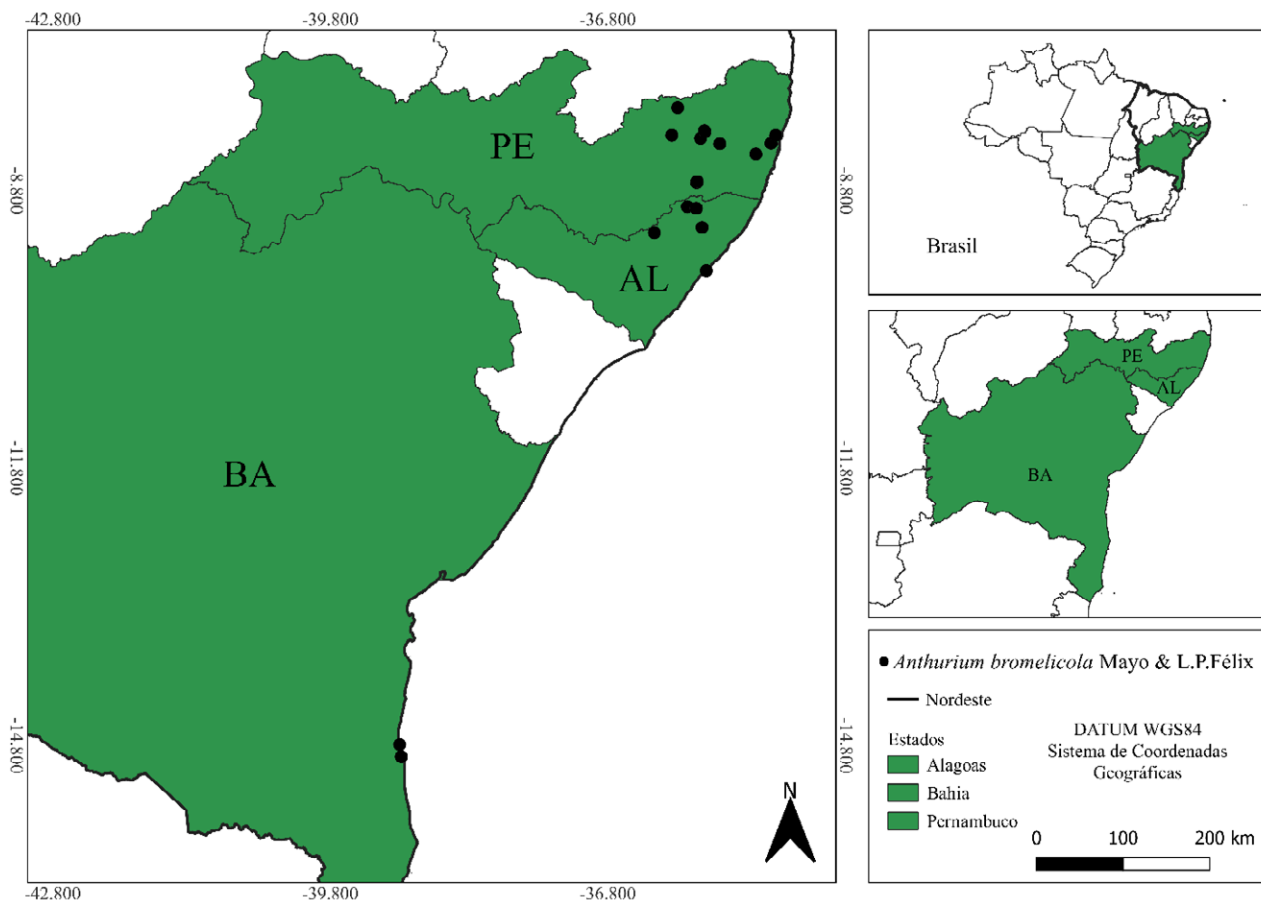
Os valores de TSS, por sua vez, foram utilizados para elaboração do mapa consensual através de uma técnica de “ensemble” (Araújo e New 2007). De maneira geral, os valores de TSS vão de -1 a 1. Quando os modelos apresentam valores negativos ou próximos a zero estes são considerados não diferentes de previsões aleatórias, enquanto que valores próximos a 1 são tidos como muito bons (Allouche et al. 2006).

Por fim, O mapa consensual foi utilizado para calcular a média de adequabilidade de ocorrência nas Unidades de Conservação Federais presentes na área avaliada. Os modelos foram posteriormente exportados para o software QGIS (QGIS 2023) para confecção de seus layouts.

## Resultados e discussão

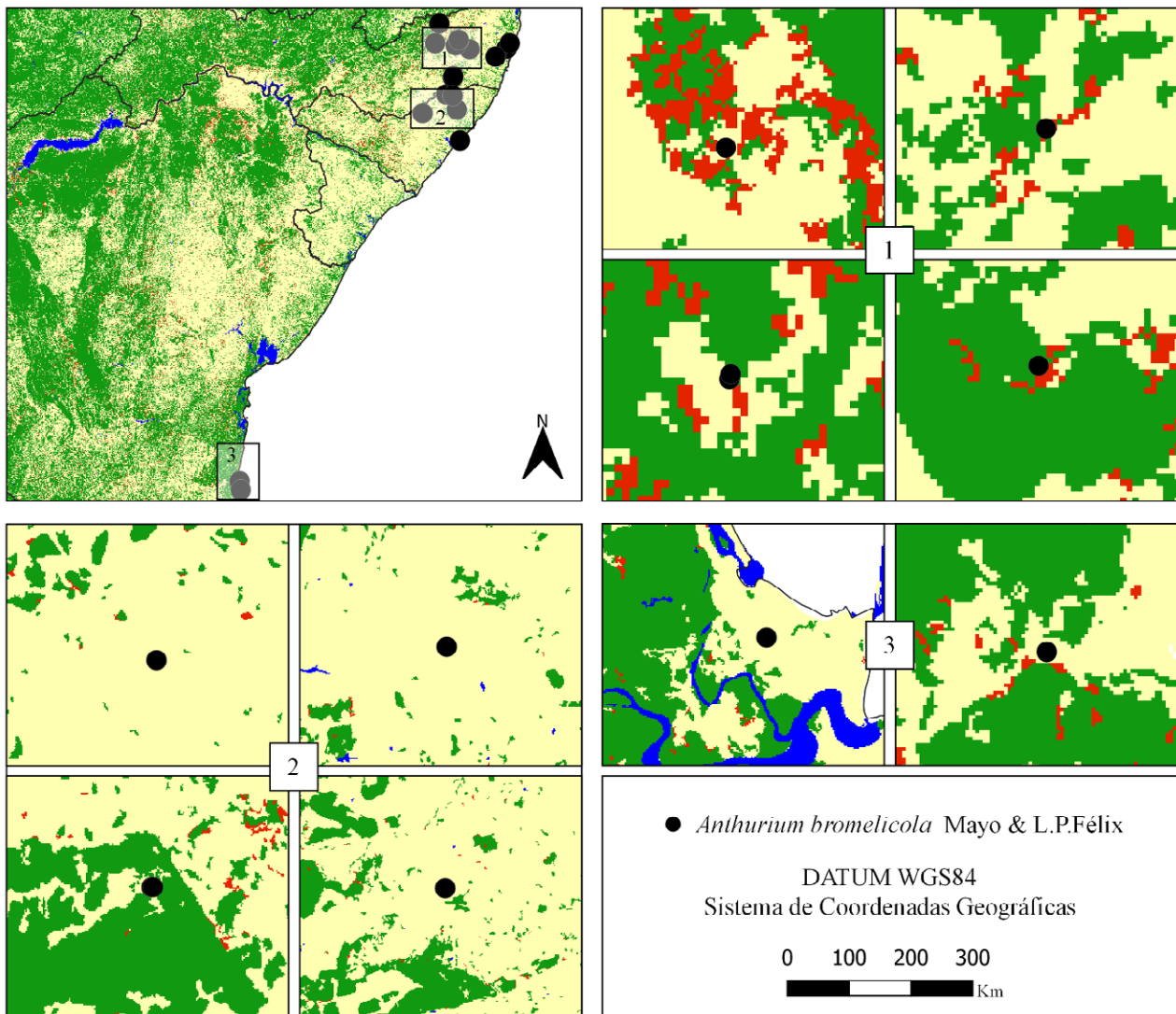
A espécie *A. bromelicola* apresentou uma Área de Ocupação (AOO) de 72 Km<sup>2</sup>. Em decorrência dessa AOO e das condições de conservação das localidades de ocorrência da espécie (ver parágrafos seguinte), a mesma foi categorizada como “Em Perigo” (EM) segundo o critério B2b(iii)c(ii) (Figura 1).

**Figura 1.** Localidades de ocorrência da espécie *Anthurium bromelicola* Mayo & L.P.Félix no Nordeste brasileiro.



As localidades de ocorrência de *A. bromelicola* estão distribuídas pelos estados da Bahia, Alagoas e Pernambuco. De acordo com os mapas gerados com os dados do Projeto MapBiomas, muitas dessas áreas estão em sítios sob forte pressão antrópica (Figura 2). Além disso, é possível observar um aumento nas áreas antropizadas entre o ano da primeira categorização da espécie (2012) e o ano da avaliação mais recente (2021).

**Figura 2.** Localidade de ocorrência da espécie *Anthurium bromelicola* Mayo & L.P.Félix (pontos pretos) em razão das condições ambientais. Sendo: em amarelo - áreas de uso antrópico; em verde - áreas naturais; em vermelho - ambientes naturais convertidos entre os anos 2012 e 2021.

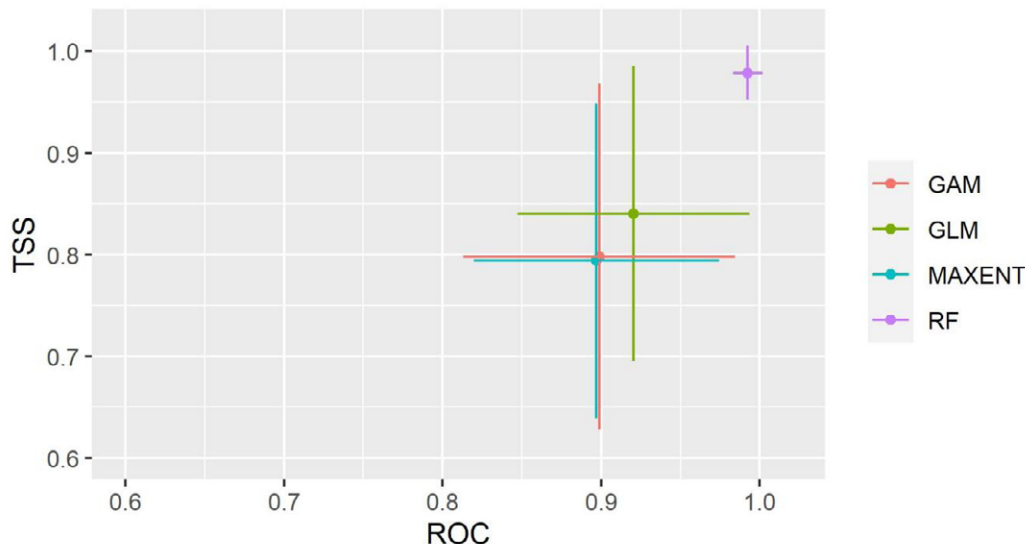


Fonte: Projeto MapBiomas.

Todos os modelos gerados na análise de modelagem apresentaram um TSS > 0.6 e ROC > 0.8 (Figura 3). O modelo de consenso, por sua vez, obteve um TSS de 0.998, sendo considerado bom.

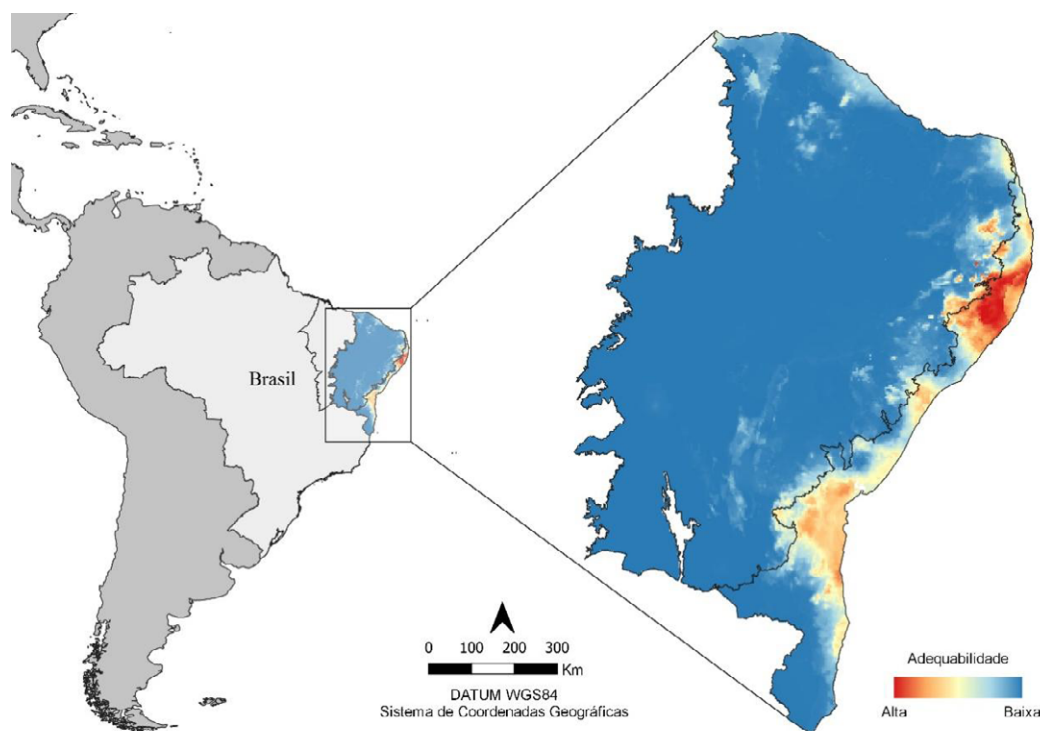


**Figura 3.** Visão geral dos valores de TSS (True Skill Statistics) e ROC (Receiver Operating Characteristic) dos algoritmos GAM (Generalized Additive Model), GLM (Generalized Linear Model), MAXENT (Maximum Entropy) e RF (Random Forest) utilizados na modelagem de nicho ecológico da espécie *Anthurium bromelicola* Mayo & L.P.Félix.



A espécie apresentou susceptibilidade variando de alta a baixa em grande parte da Mata Atlântica nordestina (Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual e Restinga) e Caatinga (Savana Estépica) (Figura 4). Na Caatinga a susceptibilidade foi mais elevada próximo aos limites com a Mata Atlântica.

**Figura 4.** Susceptibilidade de ocorrência de *Anthurium bromelicola* Mayo & L.P.Félix na Mata Atlântica e Caatinga nordestina.



Nessa área, um total de 36 UC's Federais apresentaram susceptibilidades de ocorrência para *A. bromelicola*. Dessas, somente nove apresentaram uma média de adequabilidade superior a 0,5 (Tabela 1).

**Tabela 1.** Média de adequabilidade climática nas Unidades de Conservação Federais presentes na Mata Atlântica e Caatinga nordestina.

Unidades de Conservação Federais	Estado	Média de Adequabilidade
Estação Ecológica de Murici	AL	0,886
Parque Nacional Serra de Itabaiana	SE	0,753
Reserva Biológica de Pedra Talhada	PE/AL	0,751
Parque Nacional da Serra das Lontras	BA	0,644
Floresta Nacional do Ibura	SE	0,64
Reserva Biológica de Saltinho	PE	0,631
Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo	PB	0,604
Reserva Biológica de Una	BA	0,53
Refúgio de Vida Silvestre de Uma	BA	0,501

A maioria das áreas com registros confirmados para a espécie apresenta indícios de fatores de pressão antrópica pretérita e vigente, a exemplo de desmatamentos, incêndios, dentre outros (ver Palomo 2015; Freire et al. 2019; Pimentel et al. 2021; Oliveira et al. 2021; Vital et al. 2021; IMA 2022). Isso também é observado em algumas unidades de conservação em que a espécie ocorre. A Estação Ecológica do Murici, AL, *p.e.*, além de fortemente fragmentada, apresenta registros de incêndios (Brasil, 2023), prática de agricultura e pecuária e presença de espécies exóticas invasoras (ICMBIO 2017).

A ocorrência exclusiva da *A. bromelicola* em fitotelmos de bromélias é um outro fator que aumenta sua situação de risco, uma vez que muitas espécies dessa família vêm sofrendo forte pressão devido a atividades antrópicas, como o extrativismo (Martinelli & Moraes, 2013; Costa et al., 2018).

A melhor performance observada para o Random Forest em comparação com outros algoritmos também foi observada em outros trabalhos (Dubuis et al., 2013; Mi et al., 2017; Piri Sahragard et al., 2018; Zhang et al., 2020). Isso deve-se a alta capacidade do mesmo em evitar *overfitting* (Breiman, 2001; Songul, 2020;). Em seu trabalho, Mi et al. (2017) relataram a importância de se utilizar o Random Forest em pesquisas que buscam avaliar a distribuição potencial de espécies com poucas amostras, como é o caso da espécie estudada.

A maior susceptibilidade de *A. bromelicola* na Mata Atlântica é justificada por sua relação com determinadas espécies de bromélias, que por sua vez, ocorrem, quase que exclusivamente, em ambientes mais úmidos (Siqueira Filho et al. 2006; Maciel et al. 2015; Pimenta et al., 2021; Flora e Funga do Brasil 2023).

Os resultados da modelagem, associados a ocorrência confirmada de bromélias do gênero *Aechmea* e *Hohenbergia* (Nusbaumer et al., 2015; Silva et al., 2019; ICMBIO 2017; Araújo et al., 2019; Souza



et al., 2021), sugerem que a Reserva Biológica da Pedra Talhada (AL/PE), o Parque Nacional Serra de Itabaiana (SE) e a Estação Ecológica de Murici (AL) possam abrigar a espécie estudada. O uso da modelagem de nicho ecológico é uma ferramenta amplamente recomendada para fins de identificação de novas populações de táxons (Guisan et al., 2013; Särkinen et al., 2013; Fois et al., 2018).

## Conclusão

Conforme os resultados obtidos, a espécie *Anthurium bromelicola* Mayo & L.P.Félix deve ser enquadrada na categoria de risco de extinção “Em perigo”. A avaliação de susceptibilidade de ocorrência demonstrou que ela apresentou boa adequabilidade especialmente em sítios da Mata Atlântica. Espera-se que o presente estudo possa subsidiar ações e políticas públicas voltadas para a conservação da espécie e possa servir como incentivo a realização de estudos semelhantes com outras espécies brasileiras.

**Participação dos autores:** LFRJ - Conceituação, Curadoria de dados, Investigação, Metodologia, Software, Visualização, Redação- Rascunho original, Redação – revisão e edição; DOR - Metodologia, Análise formal, Software, Visualização, Redação- Rascunho original, Redação – revisão e edição; JRF - Metodologia, Administração de Projetos, Supervisão, Validação, Visualização, Redação- Rascunho original, Redação- Rascunho original, Redação – revisão e edição.

**Aprovação ética ou licenças de pesquisa:** Não foi necessário.

**Disponibilidade dos dados:** Os dados não estarão disponibilizados em bases ou repositórios.

**Fomento:** Não houve fontes de fomento.

**Conflito de Interesses:** Os autores declararam não haver conflito de interesses.

## Referências

Allouche O, Tsoar A, Kadmon R. 2006. Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS): Assessing the accuracy of distribution models. *Journal of Applied Ecology* 43(6):1223-1232. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01214.x>

Araújo K, Santos JL, Fabricante JR. 2019. Epífitas vasculares do Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. *Biotemas* 32(1):21-29. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2019v32n1p21>

Araújo MB, New M. 2007. Ensemble forecasting of species distribution. *Trends Ecol Evol* 22(1):42-47. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.09.010>

Bachman S, Moat J, Hill AW, de la Torre J, Scott B. 2011. Apoiando avaliações de ameaças da Lista Vermelha com GeoCAT: ferramenta de avaliação de conservação geoespacial. In: Smith V, Penev L (Eds) e-Infrastructures para publicação de dados em ciência da biodiversidade. *ZooKeys* 150: 117–126. (Versão BETA).

Brasil. Instituto do Meio Ambiente Estado de Alagoas. APA de Murici. Disponível em: < <http://www.meioambiente.al.gov.br/diretorias/diruc/unid.-de-conservacao/uso-sustentavel/area-de-protecao-ambiental-2013-apa/apa-de-murici>>. Acesso em 22 mai. 2023.

Breiman L. 2001. Random forests. *Machine learning* 45:5-32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>

Songul C. 2020. The impact of oversampling with “ubSMOTE” on the performance of machine learning classifiers in prediction of catastrophic health expenditures. *Operations Research for Health Care* 27:100275. <https://doi.org/10.1016/j.orhc.2020.100275>

- CNCFLORA. *Anthurium bromelicola* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012. Disponível em: < <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Anthurium%20bromelicola>>. Acesso em 30 ago. 2021.
- Coelho MAN, Soares ML, Calazans LSB, Gonçalves EG, Andrade IMDe, Pontes TA, Sakuragui CM, Temponi LG, Buturi C, Mayo S. 2015. Araceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em:< <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB51>>. Acesso em 30 ago. 2021.
- Costa AF, Santos-Silva F, Martinelli G, Versieux LM, Louzada R, Amaro R, Santos Filho L, Messina T, Wimmer F, Maurenza D, Amorim T, Novaes L, Menezes V. 2018. Bromeliaceae. In: Martinelli G, Martins E, Moraes M, Loyola R & Amaro R (Orgs), Livro vermelho da flora endêmica do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio, Rio de Janeiro, Brasil, p. 176-206.
- Dubuis A, Giovanettina S, Pellissier L, Pottier J, Vittoz P, Guisan A. 2013. Improving the prediction of plant species distribution and community composition by adding edaphic to topo-climatic variables. *Journal of Vegetation Science* 24(4):593-606. <https://doi.org/10.1111/jvs.12002>
- Fick SE, Hijmans RJ. 2017. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International journal of climatology* 37(12):4302-4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
- Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso em 26 mai. 2023.
- Fois M, Cuena-Lombrana A, Fenu G, Bacchetta, G. 2018. Using species distribution models at local scale to guide the search of poorly known species: Review, methodological issues and future directions. *Ecological Modelling* 385:124-132. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2018.07.018>
- Freire EMX, Silva ST, Gonçalves U, Tiburcio ICS, Lisboa BS, Nascimento FAC, Gonçalves EM. 2019. *Plano De Ação Nacional Para A Conservação Da Herpetofauna Ameaçada Da Mata Atlântica Nordestina Capítulo 5 mata atlântica de alagoas: Herpetofauna ameaçada e estratégias de conservação*. n.41. Brasília, 253p.
- GBIF (Global Biodiversity Information Facility). Disponível em:< <https://www.gbif.org/>>. Acesso em 11 jan. 2023.
- Guisan A, Edwards TCJR, Hastie T. 2002. Generalized linear and generalized additive models in studies of species distributions: setting the scene. *Ecol Model* 157(2-3):89-100. [https://doi.org/10.1016/S0304-3800\(02\)00204-1](https://doi.org/10.1016/S0304-3800(02)00204-1)
- Guisan AR, Tingley JB, Baumgartner I, Naujokaitis-Lewis PR, Sutcliffe AIT, Tulloch TJ, Regan L, Brotons E, Mcdonald-Madden C, Mantyka-Pringle TG, Martin JR, Rhodes R, Maggini AS, Setterfield J, Elith MW, Schwartz BA, Wintle O, Broennimann, M, Austin S, Ferrier MR, Kearney HP, Possingham YM, Buckley. 2013. Predicting species distributions for conservation decisions. *Ecol. Lett* 16(12):1424-1435. <https://doi.org/10.1111/ele.12189>
- ICMbio. 2017. Diagnóstico: Estação Ecológica de Murici. Brasília, 184p.
- IMA. APA do Murici. Disponível em:< <https://www.ima.al.gov.br/unidades-de-conservacao/uso-sustentavel/apa-de-murici/>>. Acesso em 8 Jun. 2022.
- Liaw A, Wiener M. 2002. Classification and regression by random forest. *R News* 2(3):18-22.
- Lino CF, Dias H. 2014. Anuário Mata Atlântica 2014: Convenção da Diversidade Biológica- Metas de Aichi – CDB A Mata Atlântica e as metas Nacionais da Biodiversidade para 2020. Instituto Amigos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. IA-RBMA, São Paulo, 67p.
- Loyola, R.; Machado, N.; Ribeiro, B.R; Martins, E. & Martinelli, G. 2018. *Áreas prioritárias para conservação da flora endêmica do estado do Rio de Janeiro*, n.1. Rio de Janeiro, 60p.
- Maciel JR, Louzada R, Alves M. 2015. *Aechmea Ruiz & Pavón* from the northern portion of the Atlantic Forest. *Rodriguésia* 66(2):477-492. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201566215>

Martins E, Martinelli G, Loyola R. 2018. Brazilian efforts towards achieving a comprehensive extinction risk assessment for its known flora. *Rodriguésia* 69(4):1529-1537. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201869403>

Mayo SJ, Jardim JG, Carvalho AM. 2000. *Anthurium bromelicola* uma nova espécie notável do Nordeste do Brasil. *Aroideana* 3:95-97.

Mi C, Huettmann F, Guo Y, Han X, Wen, L. 2017. Why choose Random Forest to predict rare species distribution with few samples in large undersampled areas? Three Asian crane species models provide supporting evidence. *PeerJ* 5:28-49. [10.7717/peerj.2849](https://doi.org/10.7717/peerj.2849)

MMA. Biodiversidade Brasileira. Disponível em: < [Biodiversidade Brasileira \(mma.gov.br\)](http://Biodiversidade%20Brasileira%20(mma.gov.br))>. Acesso em 30 ago. 2022.

Nusbaumer L, Barbosa MRV, Thomas WW, Alves MV, Loizeau PA, Spichiger R. 2015. Flora e vegetação da Reserva Biológica de Pedra Talhada. In: Studer, A., L. Nusbaumer & R. Spichiger (Eds.). *Biodiversidade da Reserva Biológica de Pedra Talhada, Alagoas, Pernambuco, Brasil*, p. 59-121.

Oliveira SJF, Oliveira AA, Campos BN, Bezerra-Almeida WJ, Silva BV, Nascimento PM, Fernandes SAP, Santos FA, Vasconcelos LBPMJ, Sousa FRM, Silva PAM, Mendonça MACA. 2021. Composição florística de duas áreas da Caatinga da Chapada do Araripe. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento* 10(13):e506101321398-e506101321398. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21398>

Palomo KGS. 2015. Vulnerabilidade da Mata Atlântica no Sul da Bahia frente à expansão da fronteira econômica. *Journal of Social, Technological and Environmental Science* 4(2):70-82. <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2015v4i2.p70-82>

Paula CC, De Oliveira MA, Martins AV. 2019. *Anthurium bromelicola* Mayo & LP Felix, micro endemic species to tanks of Bromeliads from Brazil. *Journal of the Bromeliad Society* 69(3):123-128.

Phillips SJ, Anderson RP, Schapire RE. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological modelling* 190(3-4): 231-259. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>

Pimenta KM, Mayo S, Temponi LG, Mantovani A, Amorim A. 2021. *Anthurium bromelicola* and *A. sterilispadix* (Araceae): two distinct bromeliad commensals with highly unusual inflorescence morphology endemic to Northeast Brazil. *Plant Systematics and Evolution* 307(6):1-18. <https://doi.org/10.1007/s00606-020-01722-3>

Pimentel DJO, Santos BNJ, Fonsêca CN, Moreira LG, Pinto FVA. 2021. Dinâmica espaço-temporal do uso e cobertura do solo e da fragmentação florestal no município do Cabo de Santo Agostinho-PE. *Biodiversidade* 20(4):63.

Piri Sahragard H, Ajorlo M, Karami P. 2018. Modeling habitat suitability of range plant species using random forest method in arid mountainous rangelands. *Journal of Mountain Science* 15(10):2159-2171. <https://doi.org/10.1007/s11629-018-4898-1>

Projeto MapBiomias. Coleção 7.0 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil. Disponível em: < [Mapbiomas Brasil](http://Mapbiomas%20Brasil)>. Acesso em 7 mar. 2021.

QGIS. A Free and Open Source Geographic Information System. Disponível em: < <https://qgis.org/en/site/>>. Acesso em 30 jan. 2023.

R Core Team. The R Project for Statistical Computing. Disponível em: < <https://www.r-project.org/>>. Acesso em 13 jan. 2023.

Särkinen T, Gonzáles P, Knapp S. 2013. Distribution models and species discovery: the story of a new *Solanum* species from the Peruvian Andes. *PhytoKeys* 31:1-20. [10.3897/phytokeys.31.6312.app](https://doi.org/10.3897/phytokeys.31.6312.app)

Silva ACC, Silva Oliveira EV, Alves M, Farias MCV, Costa Mota A, Souza CAS & Nascimento Prata AP. 2019. Lista atualizada da flora vascular do Parque Nacional (PARNA) Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. *Pesquisa e Ensino em Ciências Exatas e da Natureza*, 3(1):40-67. <http://dx.doi.org/10.29215/pecen.v3i1.1148>

Siqueira Filho JA, Santos AMM, Leme EMC, Cabral JS. A 2006. Atlantic Forest Fragments and Bromeliads in Pernambuco and Alagoas: Distribution, Composition, Richness and Conservation. In: Siqueira-Filho JA, Leme EMC (Eds). *Fragmentos*

de Mata Atlântica do Nordeste, Biodiversidade, Conservação e suas Bromélias. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio. p. 100-131.

Souza UF, Araújo AP, Santos AGMME, Dubeux MJM. 2021. Records of bromeliculous habit of three species of *Rhinella Fitzinger, 1826* (Anura: Bufonidae) in Northeastern Brazil's Atlantic Forest. *Herpetology Notes* 14:903-906.

SPECIESLINK. Disponível em:< <http://www.splink.org.br/>>. Acesso em 30 de jan. 2023.

Thuiller W, Georges D, Gueguen M, Engler R, Breiner F, Lafourcade B. 2021. biomod2: Ensemble Platform for Species Distribution Modeling. R package version 3.5.1. Disponível em:< <https://biomodhub.github.io/biomod2/index.html>>. Acesso em 30 mar. 2022.

Vital MJL, Alves PCG, Silva AA, Oliveira GSM. 2021. Levantamento florístico na Caatinga: comparação entre uma área preservada e uma área degradada no Sertão Pernambucano. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento* 10(12):e76101220153-e76101220153. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20153>

Zhang C, Chen Y, Xu B, Xue Y, Ren Y. 2020. Improving prediction of rare species' distribution from community data. *Scientific Reports* 10(1):12230. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69157-x>

Zurell D, Zimmermann NE, Gross H, Baltensweiler A, Sattler T, Wüest R. O. 2020. Testing species assemblage predictions from stacked and joint species distribution models. *Jornal of Biogeography* 47(1):101-113. <https://doi.org/10.1111/jbi.13608>



Esta obra está licenciada com uma *Licença Creative Commons Atribuição Não-Comercial 4.0 Internacional*.