



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
CAMPUS II – ALAGOINHAS – BA

JISELY DE SOUZA MARINHO

**Distribuição potencial e aspectos da fenologia reprodutiva de *Lonchocarpus sericeus*
(Poir.) Kunth ex DC. (Fabaceae) no Nordeste do Brasil**

ALAGOINHAS

2025

JISELY DE SOUZA MARINHO

Distribuição potencial e aspectos da fenologia reprodutiva de *Lonchocarpus sericeus* (Poir.)
Kunth ex DC. (Fabaceae) no Nordeste do Brasil

Monografia apresentada ao Colegiado de Ciências
Biológicas da Universidade do Estado da Bahia
(UNEB) – *Campus* II, como requisito parcial para
obtenção do grau de Licenciatura em Ciências
Biológicas.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Alexa A. de O. Paes Coelho

ALAGOINHAS

2025

JISELY DE SOUZA MARINHO

**Distribuição potencial e aspectos da fenologia reprodutiva de *Lonchocarpus sericeus*
(Poir.) Kunth ex DC. (Fabaceae) no Nordeste do Brasil**

Monografia apresentada ao Colegiado de Ciências Biológicas da Universidade do Estado da Bahia (UNEB) – *Campus II*, como requisito parcial para obtenção do grau de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Aprovada em: 17 de dezembro de 2025.

Nota: 9,7

Banca examinadora

Documento assinado digitalmente



ALEXA ARAUJO DE OLIVEIRA PAES COELHO

Data: 22/12/2025 17:44:27-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^ª Dr^ª Alexa Araujo de Oliveira Paes Coelho

Universidade do Estado da Bahia (UNEB)

Documento assinado digitalmente



GRACINEIDE SELMA SANTOS DE ALMEIDA

Data: 22/12/2025 18:21:45-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Gracineide Selma Santos de Almeida

Universidade do Estado da Bahia (UNEB)

Documento assinado digitalmente



ADELLY CARDOSO DE ARAUJO FAGUNDES

Data: 22/12/2025 18:51:58-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Adelly Cardoso de Araújo Fagundes
Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS)

Alagoinhas, 17 de dezembro de 2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida, pelas forças renovadas em cada etapa deste caminho e pelo direcionamento firme, que não permitiu que eu sequer pensasse em desistir quando o cansaço e as dúvidas apareceram.

À minha família, que sempre valorizou a educação e sonhou comigo o sonho do ensino superior. À minha mãe, Juscilene Bispo e ao meu pai, Jailson Marinho pelo apoio, incentivo e cuidado em todos os momentos, mesmo quando a rotina ficou pesada. Ao meu irmão, Jaislon Marinho, que, ainda que de forma implícita, me inspirou a querer ser uma pessoa e uma profissional melhor, e a todos os familiares que, de perto ou de longe, acreditaram em mim e torceram pela minha caminhada.

À minha parceira de vida, Raquel Almeida, por tornar a graduação mais leve e possível. Obrigada por segurar firme na minha mão, por me lembrar, em cada fase difícil, que tudo fazia parte de um processo e que, nele, eu iria conseguir brilhar. Estendo esse agradecimento à sua família, que também se tornou minha, pelo acolhimento, pela torcida e pelo apoio em tantos detalhes do dia a dia.

Aos amigos, pelos sorrisos, pelo carinho e pelas conversas que ajudaram a aliviar o peso da jornada. Aos colegas de graduação, pelos trabalhos em grupo, pelas risadas nos corredores, pelas trocas de materiais e pelas partilhas sinceras sobre as dificuldades e as alegrias de viver a universidade pública. Cada encontro contribuiu, de algum modo, para que eu chegasse até aqui.

À minha orientadora, Prof.^a Alexa Paes Coelho, pela orientação, pela seriedade com o trabalho, pela paciência nas revisões e pelo compromisso com a pesquisa e com a minha formação.

Às minhas professoras do ensino médio, Deise Luz, Valneide Nunes e Deni, que me mostraram, com exemplo e dedicação, até onde eu poderia chegar e me fizeram acreditar que a universidade era um caminho possível. E aos professores da UNEB, que, com suas aulas, cobranças e incentivos, contribuíram de forma decisiva para a minha formação acadêmica, crítica e humana.

À Universidade do Estado da Bahia (UNEB), pelos recursos, pela infraestrutura e por ser espaço de formação pública, gratuita e de qualidade. Ao Herbário da Universidade do Estado

da Bahia (HUNEB) e a Nayara Bastos, pelas conversas, pelas visões de mundo compartilhadas e pelo aprendizado construído no cotidiano da pesquisa.

À FAPESB e ao CNPq, pelas bolsas concedidas para iniciação científica, que não só viabilizaram este trabalho, como também me permitiram viver a pesquisa de forma mais intensa e comprometida.

A todos que, de algum modo, me apoiaram, escutaram, incentivaram, acolheram ou simplesmente acreditaram que eu seria capaz de chegar até aqui, deixo registrado o meu muitíssimo obrigada. Sem cada um de vocês, esta conquista não teria o mesmo sentido.

RESUMO

Lonchocarpus sericeus (Poir.) Kunth ex DC. é uma espécie arbórea da família Fabaceae com ampla distribuição tropical e ocorrência expressiva no Nordeste do Brasil, onde ocupa diferentes contextos ambientais associados a ambientes ripários e formações florestais sujeitas a distintos regimes climáticos. Apesar de sua relevância ecológica, taxonômica e farmacológica, informações sobre seus padrões fenológicos regionais permanecem dispersas e pouco sistematizadas, especialmente quando consideradas em escala espacial ampla. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo caracterizar os aspectos da fenologia reprodutiva de *L. sericeus* no Nordeste brasileiro a partir de dados de herbário e integrar essas informações à análise de sua distribuição potencial por meio de modelagem de nicho ecológico. Foram analisadas 186 exsicatas provenientes de diferentes herbários nacionais, contendo registros de floração e frutificação com datas e localidades de coleta. As datas foram tratadas por meio de estatística circular, permitindo a estimativa de datas médias sazonais, grau de agregação temporal das fenofases e avaliação de sazonalidade. Complementarmente, realizou-se o acompanhamento fenológico de um indivíduo em fragmento de Mata Ombrófila Densa no município de Alagoinhas, Bahia, com caráter exploratório e comparativo. A modelagem de distribuição potencial foi conduzida com o algoritmo MaxEnt, utilizando variáveis bioclimáticas selecionadas após análise de colinearidade. Os resultados indicam que a floração de *L. sericeus* apresenta maior concentração temporal, associada predominantemente ao início do período chuvoso, enquanto a frutificação ocorre de forma mais prolongada ao longo do ano, refletindo a heterogeneidade ambiental da região Nordeste. A distribuição potencial evidencia maior adequabilidade em áreas de transição entre domínios fitogeográficos e em setores com disponibilidade hídrica intermediária. Em conjunto, o estudo reforça a utilidade dos dados de herbário para a reconstrução de padrões fenológicos regionais e amplia o conhecimento sobre a ecologia espacial de *L. sericeus* no Nordeste do Brasil, destacando a importância de interpretar esses padrões como tendências médias condicionadas pela diversidade ambiental regional.

Palavras-chave: fenologia. herbário. modelagem de nicho ecológico. Nordeste do Brasil.

ABSTRACT

Lonchocarpus sericeus (Poir.) Kunth ex DC. is a tree species of the Fabaceae with a wide tropical distribution and a prominent occurrence in Northeastern Brazil, where it occupies riparian environments and forest formations under distinct climatic regimes. Despite its ecological, taxonomic, and pharmacological relevance, information on its regional phenological patterns remains scattered and poorly systematized, particularly at broad spatial scales. This study aimed to characterize the reproductive phenology of *L. sericeus* in Northeastern Brazil based on herbarium records and to integrate these data with an analysis of its potential distribution using ecological niche modeling. A total of 186 herbarium specimens from different Brazilian collections were analyzed, providing records of flowering and fruiting along with collection dates and localities. Phenological dates were analyzed using circular statistics, allowing the estimation of seasonal mean dates, the degree of temporal aggregation of phenophases, and the assessment of seasonality. Potential distribution was modeled using the MaxEnt algorithm, with bioclimatic variables selected after collinearity analysis. The results indicate that flowering in *L. sericeus* is more temporally concentrated and predominantly associated with the onset of the rainy season, whereas fruiting is more temporally diffuse and extends over a longer portion of the year, reflecting the environmental heterogeneity of Northeastern Brazil. Areas of higher environmental suitability are concentrated in transitional zones between phytogeographic domains and in regions with intermediate water availability. Overall, the results support the planning of botanical collections and the discussion of the species' potential distribution, providing subsidies for taxonomic, ecological, and conservation studies based on more detailed phenological and climatic information on *L. sericeus* in Northeastern Brazil.

Keywords: phenology. herbarium. ecological niche modelling. Northeast Brazil.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1 <i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.....	11
2.2 Aspectos da fenologia reprodutiva	13
2.3 Modelagem de distribuição de espécies	15
3. METODOLOGIA.....	17
3.1 Caracterização da área de estudo.....	17
3.1.1 Região Nordeste	17
3.2 Fenologia de <i>Lonchocarpus sericeus</i> (Poir.) Kunth ex DC.....	18
3.2.1 Estatísticas circulares.....	19
3.3 Correlação das Variáveis Ambientais e Modelagem de distribuição potencial	19
3.4 Caracterização do perfil climático	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 Fenologia da espécie a partir de dados de herbário	27
4.2 Perfil climático das ocorrências de <i>L. sericeus</i> no Nordeste	28
4.3 Modelagem de distribuição potencial da espécie	31
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
6. REFERÊNCIAS.....	34

1. INTRODUÇÃO

Lonchocarpus sericeus (Poir.) Kunth ex DC. é uma espécie arbórea da família Fabaceae com ampla distribuição tropical, ocorrendo desde o sul do México até o leste do Brasil, com registros adicionais na costa oeste da África, o que a caracteriza como uma das poucas espécies de *Lonchocarpus* sensu stricto com distribuição transatlântica confirmada (Silva; Tozzi, 2012; Flora e Funga do Brasil, 2025). A espécie está associada preferencialmente a ambientes úmidos ou sazonalmente alagados, incluindo matas densas, matas ciliares, restingas e margens de rios, onde pode contribuir para a estabilização de margens e para a estruturação da vegetação ripária (Silva; Tozzi, 2012; Queiroz, 2009). Além disso, *L. sericeus* possui relevância socioeconômica e farmacológica, com estudos indicando a presença de compostos com atividades anti-inflamatórias, analgésicas e potencialmente citotóxicas, vinculados a usos tradicionais e a investigações experimentais recentes (Napimoga *et al.*, 2007; Albuquerque *et al.*, 2010; Udo *et al.*, 2020).

No Nordeste brasileiro, a ocorrência de *L. sericeus* deve ser interpretada considerando a complexidade ambiental e fitogeográfica da região, marcada pela presença de quatro grandes biomas, Amazônia, Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, distribuídos de forma heterogênea e frequentemente combinados em mosaicos que variam entre estados. Esse arranjo resulta na formação de gradientes climáticos bem definidos, sobretudo no que se refere à precipitação e à sazonalidade hídrica, estabelecendo um contraste acentuado entre áreas semiáridas e formações florestais mais úmidas, estas últimas frequentemente submetidas a processos de fragmentação (Ribeiro *et al.*, 2009). Assim, registros de *L. sericeus* no Nordeste se concentram principalmente em contextos associados a maior disponibilidade hídrica e ambientes de transição, como fragmentos de Mata Atlântica, matas ciliares e zonas sublitorâneas, onde a espécie permanece como componente da flora arbórea regional (Flora e Funga do Brasil, 2025; Jesus; Almeida; Fonseca, 2017).

A compreensão de como a espécie se reproduz ao longo do ano exige considerar a fenologia vegetal, que descreve a ocorrência temporal de eventos recorrentes como floração e frutificação e sua relação com variações ambientais sazonais (Lieth, 1974; Newstrom *et al.*, 1994). Em florestas tropicais, esses eventos frequentemente respondem a regimes climáticos, sobretudo à distribuição anual das chuvas, à temperatura e à disponibilidade de luz, de modo que diferenças entre biomas e domínios fitogeográficos podem produzir variações na sazonalidade e na concentração das fenofases (Newstrom; Frankie; Baker, 1994; Morellato *et al.*, 2000). Para o Nordeste, onde a sazonalidade hídrica é um dos principais eixos estruturantes

do ambiente, discutir fenologia implica necessariamente considerar a heterogeneidade climática regional e seus efeitos sobre o calendário reprodutivo das espécies arbóreas.

Nesse contexto, dados de herbário têm se consolidado como uma fonte relevante para inferências fenológicas em escala regional, pois exsicatas registram data de coleta e estado reprodutivo, permitindo reconstruir padrões médios de floração e frutificação ao longo do ano, ainda que sujeitos a vieses amostrais típicos de coletas oportunísticas (Primack *et al.*, 2004; Lavoie; Lachance, 2006; Willis *et al.*, 2017). Apesar disso, para *Lonchocarpus sericeus*, as informações fenológicas disponíveis permanecem dispersas em levantamentos florísticos e registros pontuais, o que limita sínteses específicas voltadas à região Nordeste e dificulta a comparação entre estados e domínios fitogeográficos.

Além de descrever quando a espécie floresce e frutifica, também é relevante discutir onde suas condições ambientais mais favoráveis se concentram. Modelos de distribuição de espécies têm sido amplamente empregados para relacionar registros de ocorrência a variáveis ambientais, estimando adequabilidade climática e inferindo distribuição potencial em diferentes escalas (Guisan; Zimmermann, 2000; Elith; Leathwick, 2009; Peterson; Soberón, 2012). Integrados a dados de herbário, esses modelos permitem organizar espacialmente registros disponíveis, identificar áreas ambientalmente favoráveis e discutir padrões de distribuição associados a gradientes climáticos regionais, oferecendo suporte para planejamento de coletas e ações de conservação.

Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo caracterizar, com base em dados de herbário, a data média sazonal de floração e frutificação de *Lonchocarpus sericeus* na região, traçar o perfil climático e estimar sua distribuição potencial por meio de modelagem de nicho ecológico.

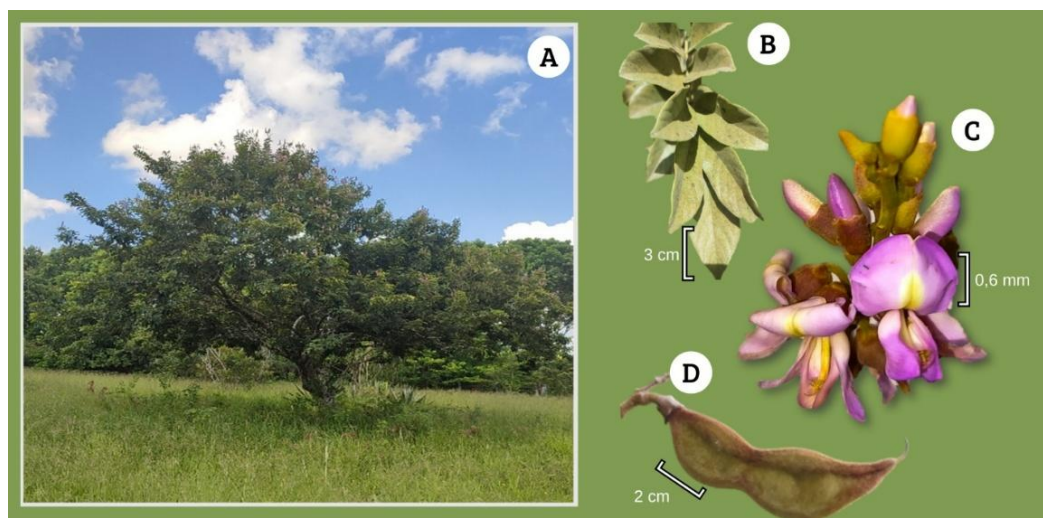
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 *Lonchocarpus sericeus* (Poir.) Kunth ex DC.

Lonchocarpus sericeus pertence à família Fabaceae, subfamília Papilionoideae, e está incluída no conjunto de espécies do gênero *Lonchocarpus* s. str. reconhecido para o Brasil após a revisão taxonômica de Silva e Tozzi (2012). Essa revisão, baseada em material de herbário e observações de campo, redefiniu os limites do gênero em relação a táxons próximos e reduziu o número de espécies aceitas no país, concentrando-as em um grupo bem delimitado. Dentro desse grupo, *L. sericeus* aparece como uma das espécies com distribuição mais ampla, o que sugere certa flexibilidade ecológica e capacidade de ocupar ambientes distintos ao longo de sua área de ocorrência (Silva; Tozzi, 2012).

No que concerne às características morfológicas (Figura 1) é uma árvore que pode alcançar cerca de 10–15 m de altura, com copa arredondada, tronco ereto de casca acinzentada e ramos geralmente glabros. Folhas compostas imparipinadas, alternas, com até 20 cm de comprimento, reunindo em geral 7 a 11 folíolos ovais a oblongos, de margens inteiras, medindo até cerca de 10 cm de comprimento, com face superior mais escura e face inferior frequentemente mais clara ou discretamente serícea. As inflorescências formam panículas ou pseudorracemos terminais e axilares, com numerosas flores papilionadas de coloração rósea a lilás, bastante conspícuas no período de floração. Os frutos são legumes achatados, membranáceos e em grande parte indeiscentes, medindo em torno de 5–8 cm de comprimento (Silva; Tozzi, 2012; Queiroz, 2009).

Figura 1: – *Lonchocarpus sericeus*. (A) Hábito, (B) Folha, (C) Flor, (D) Fruto.



Fonte: MARINHO, J. S.

Em escala tropical, a espécie é registrada desde o sul do México, passando pela América Central e Antilhas, até grande parte da América do Sul (Figura 2) havendo ainda registros na costa ocidental africana (Silva; Tozzi, 2012). Esse padrão em que a mesma espécie ocorre em margens opostas do Atlântico é pouco comum em leguminosas arbóreas e foi destacado em descrições de Silva e Tozzi (2012). No Brasil, a espécie ocorre em regiões com maior frequência em ambientes associados a cursos d'água e matas tropicais sazonais. Ela tem sido registrada em Matas Ombrófilas, matas ciliares, restingas e em formações mais secas, como Caatinga e Cerrado, em ambientes ripários ou solos sujeitos a inundações periódicas (Silva; Tozzi, 2012; Queiroz, 2009). Na síntese de Queiroz (2009) sobre leguminosas da Caatinga, *L. sericeus* é descrita como típica de bancos arenosos de rios temporários e permanentes, em altitudes aproximadas entre 200 e 1.200 m, compondo a estrutura de matas ciliares e contribuindo para a estabilidade de margens, proteção de solos arenosos e ciclagem de nutrientes em sistemas com marcada sazonalidade hídrica.

Figura 2: Distribuição da espécie na América do Sul



Quanto à fenologia, Queiroz (2009) registra a espécie no ambiente da Caatinga com uma floração concentrada entre janeiro e março e frutificação entre julho e setembro. Esse padrão é coerente com o que se observa em várias leguminosas lenhosas de formações sazonais, em que a floração acompanha o início ou a fase inicial das chuvas e a frutificação ocorre ao longo da estação úmida, favorecendo o estabelecimento de plântulas em solos ainda úmidos (Morellato, 2008; Rego; Negrelle; Morellato, 2007).

A espécie vem sendo bastante estudada, por exemplo, em um experimento de herbivoria simulada, Andrade dos Santos *et al.* (2018) mostraram que a remoção de cotilédones em plântulas reduz o crescimento e a sobrevivência, indicando que os jovens indivíduos são sensíveis a danos precoces em ambientes sazonais. Esses resultados estão alinhados com a ideia de que a herbivoria inicial pode atuar como um filtro no recrutamento de espécies arbóreas tropicais (Rego; Negrelle; Morellato, 2007; Buckeridge, 2007). Além disso, trabalhos envolvendo extratos da casca do caule, raízes, sementes e frações ricas em chalconas ou lectinas mostram atividades anti-inflamatórias, analgésicas, antimicrobianas, antioxidantes e gastroprotetoras em diferentes modelos experimentais (Fontenele *et al.*, 2009; Napimoga *et al.*, 2007; Udo *et al.*, 2020; Freire *et al.*, 2024).

Esses estudos dependem de coletas de órgãos específicos em fases bem definidas do ciclo de vida, como folhas maduras, flores abertas ou frutos maduros. Assim, o calendário de floração e frutificação se torna central na metodologia, pois define quando é possível obter o material adequado para cada tipo de estudo (Morellato, 2008; Rego; Negrelle; Morellato, 2007).

2.2 Aspectos da fenologia reprodutiva

A fenologia vegetal investiga a ocorrência temporal de eventos recorrentes no ciclo de vida das plantas, como floração e frutificação, e sua relação com a variação das condições ambientais ao longo do ano (Lieth, 1974; Morellato, 2008). Em regiões tropicais, onde a variação anual de temperatura tende a ser reduzida, os padrões fenológicos das espécies arbóreas estão fortemente associados ao regime de chuvas e à disponibilidade hídrica, que atuam como os principais fatores moduladores da atividade reprodutiva. Outros fatores, como temperatura e fotoperíodo, podem exercer influência complementar, mas, em grande parte dos ecossistemas tropicais, a sazonalidade hídrica constitui o principal eixo estruturante da fenologia reprodutiva (Fournier, 1974; Borchert, 1980; Morellato *et al.*, 2000).

No Nordeste brasileiro, a fenologia de espécies lenhosas reflete a heterogeneidade ambiental associada à presença de diferentes biomas e domínios fitogeográficos, incluindo Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e uma porção amazônica no oeste do Maranhão. Esses sistemas diferem principalmente quanto à duração e à intensidade da estação seca, o que se traduz em distintos padrões de sazonalidade reprodutiva. Em ambientes mais secos, como a Caatinga, a concentração das chuvas em poucos meses favorece estratégias reprodutivas fortemente sincronizadas com o início do período chuvoso, enquanto em áreas de Cerrado a floração tende a se concentrar na transição entre a estação seca e a chuvosa, com frutificação predominando durante os meses mais úmidos (Amorim *et al.*, 2009; Queiroz, 2009; Oliveira, 1998; Lenza *et al.*, 2006). Em regiões mais úmidas, como os remanescentes de Mata Atlântica e a faixa amazônica maranhense, a sazonalidade fenológica tende a ser menos marcada, embora ainda responda às variações no regime de precipitação (Muniz *et al.*, 2008).

Sínteses sobre fenologia de espécies arbóreas brasileiras indicam que os padrões médios observados em escala regional resultam da combinação entre o tipo de vegetação, a intensidade da estação seca e gradientes ambientais associados, como altitude e proximidade de corpos d'água (Morellato, 2008; Rego; Negrelle; Morellato, 2007). Dessa forma, quando se discute um “padrão fenológico médio” para uma espécie em uma região extensa como o Nordeste, trata-se de uma construção analítica que integra registros provenientes de diferentes contextos ambientais, e não de um calendário fixo ou uniforme válido para todas as populações locais.

Nesse contexto, dados de herbário têm se consolidado como uma ferramenta central para a reconstrução de padrões fenológicos em escalas espaciais amplas. Exsicatas contendo botões, flores ou frutos, acompanhadas de datas e localidades de coleta, funcionam como registros pontuais de fenofases distribuídos no tempo e no espaço, permitindo estimar a frequência relativa de floração e frutificação ao longo do ano em uma determinada região (Primack *et al.*, 2004; Willis *et al.*, 2017). Embora esses dados estejam sujeitos a vieses de amostragem, sua ampla cobertura temporal e geográfica possibilita identificar tendências sazonais robustas, especialmente quando analisados de forma criteriosa e estatisticamente adequada.

No Brasil, trabalhos de síntese e capítulos dedicados à fenologia arbórea destacam que o uso sistemático de metadados de herbário amplia significativamente o alcance temporal e espacial das análises fenológicas, sendo particularmente relevante em regiões extensas e ambientalmente heterogêneas, como o Nordeste (Morellato, 2008; Rego; Negrelle; Morellato, 2007). Assim, a utilização de exsicatas para descrever o padrão fenológico médio de *Lonchocarpus sericeus* no Nordeste se insere em uma abordagem metodológica consolidada,

desde que os resultados sejam interpretados como tendências regionais derivadas da frequência de registros reprodutivos ao longo do ano, e não como descrições detalhadas do comportamento fenológico de populações específicas.

2.3 Modelagem de distribuição de espécies

A modelagem de distribuição de espécies reúne métodos que relacionam registros de ocorrência a variáveis ambientais para estimar quão adequadas são diferentes áreas para o estabelecimento de uma espécie (Elith; Leathwick, 2009). A base conceitual desses modelos está na ideia de nicho de Grinnell (1917), que define o nicho como o conjunto de condições abióticas necessárias para a manutenção de populações viáveis, e na formulação de Hutchinson (1957), que apresenta o nicho como um espaço multidimensional de condições ambientais. A partir disso, Soberón e Peterson (2012) propuseram o esquema BAM, no qual a distribuição observada resulta da interseção entre condições abióticas adequadas (A), interações bióticas compatíveis (B) e a área acessível em função da história de dispersão (M) (Soberón; Peterson, 2005; Soberón, 2010; Peterson; Soberón, 2012). Quando se usa apenas dados de presença e variáveis climáticas, como é comum em estudos com plantas, o modelo descreve principalmente o componente abiótico do nicho e produz mapas de adequabilidade climática.

Entre os vários algoritmos disponíveis, o MaxEnt se tornou uma das principais ferramentas quando se trabalha com dados de presença apenas. O método compara as condições ambientais dos pontos de ocorrência com a disponibilidade ambiental na área acessível e busca a distribuição de máxima entropia compatível com essas restrições, gerando mapas com valores entre 0 e 1 que representam um gradiente relativo de adequabilidade (Phillips; Anderson; Schapire, 2006). Estudos comparativos mostram que o MaxEnt costuma apresentar bom desempenho preditivo, desde que os dados de ocorrência sejam filtrados e as variáveis ambientais sejam escolhidas de forma cuidadosa (Elith *et al.*, 2006; Elith; Leathwick, 2009; Merow; Smith; Silander, 2013).

Além disso, a seleção das variáveis ambientais precisa levar em conta a correlação entre elas. Variáveis muito correlacionadas tendem a inflar a performance aparente do modelo e dificultam a interpretação ecológica dos resultados. Assim, matrizes de correlação, fatores de inflação da variância (VIF) e outros procedimentos de redução de dimensionalidade são usados para chegar a conjuntos de preditores mais simples, geralmente baseados em variáveis bioclimáticas de bases como o *WorldClim*, que fornece dados de temperatura e precipitação em

alta resolução (Fick; Hijmans, 2017). A definição da área acessível (M) também é um passo crítico: recortes muito amplos podem superestimar adequabilidade em regiões pouco plausíveis, enquanto recortes muito estreitos podem subestimar o nicho climático da espécie (Soberón; Peterson, 2005; Barve *et al.*, 2011).

A avaliação dos modelos costuma combinar métricas como a área sob a curva ROC (AUC) e o TSS, que juntam informações de sensibilidade e especificidade, para medir a capacidade de distinguir entre áreas adequadas e inadequadas (Elith; Leathwick, 2009). Essas métricas são úteis como referência numérica, mas não substituem a leitura ecológica do mapa. É necessário confrontar as saídas do modelo com o que se conhece da espécie, com sua distribuição em herbários e com limites biogeográficos conhecidos, verificando se as áreas de maior adequabilidade fazem sentido do ponto de vista da história natural (Soberón, 2010; Peterson; Soberón, 2012). Estudos com plantas arbóreas no Brasil indicam, de forma recorrente, que variáveis ligadas à temperatura média, à amplitude térmica, à sazonalidade da precipitação e à intensidade da estação seca estão entre os principais preditores para espécies de Matas sazonais, ambientes ripários e formações abertas (Giannini *et al.*, 2017; Reis *et al.*, 2019).

3. METODOLOGIA

3.1 Caracterização da área de estudo

3.1.1 Região Nordeste

A Região Nordeste do Brasil (Figura 3) tal como definida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, reúne os estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia. De acordo com o IBGE (2019), ocupa cerca de 1.558.000 km², o que corresponde a aproximadamente 18% do território nacional, e concentra o maior número de unidades federativas do país. Situada predominantemente na faixa intertropical do hemisfério sul, estende-se desde o litoral oriental banhado pelo oceano Atlântico até áreas interiores que fazem limite com as regiões Norte, Centro-Oeste e Sudeste, formando um recorte espacial amplo e bastante heterogêneo. É nesse recorte que são conduzidas as análises de fenologia de herbário e de distribuição de *L. sericeus*, de modo que a própria definição da área de estudo já implica lidar com forte variação climática e de fisionomias de vegetação (Ab’Sáber, 2003; IBGE, 2019).

Figura 3: Mapa da região do Nordeste



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2019)

Do ponto de vista físico e biogeográfico, o Nordeste abriga diferentes domínios de natureza (Ab’Sáber, 2003). O interior semiárido é dominado pela Caatinga, enquanto a faixa litorânea oriental conserva remanescentes de Mata Atlântica em distintos estágios de conservação. Além disso, há porções de Cerrado no oeste da Bahia, sul do Piauí e sul do Maranhão, bem como áreas de transição com a Amazônia no noroeste maranhense (Ab’Sáber, 2003). Em paralelo, as Normais Climatológicas do Brasil para 1991–2020, produzidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2023), descrevem um gradiente que vai de condições úmidas e subúmidas nas zonas costeiras para ambientes cada vez mais secos e com forte sazonalidade de precipitação no interior.

3.2 Fenologia de *Lonchocarpus sericeus* (Poir.) Kunth ex DC.

Para a realização dos estudos de fenologia com metadados, sendo a maioria disponíveis em bases *online*, como o *SpeciesLink* e o JABOT. Foram feitos levantamentos de materiais herborizados e depositados em coleções de todo Brasil nas bases de dados de 16 herbários, sendo eles: ALCB, ASE, CEN, EAC, ESA, FURB, HUEFS, HVASF, INPA, MAC, MBM, MCCA, UEC, UPCB, VIC. Além disso, foi consultado o HUNEB (Figura 4), analisando coleções de exsicatas físicas.

Figura 4: Observação de exsicatas no HUNEB



Fonte: MARINHO, J. S.

Segundo a Flora e Funga do Brasil (2025) a espécie ocorre de norte a sul do Brasil (AL, AM, BA, CE, ES, GO, MA, MS, PA, PB, PE, PI, RN, RJ, RO, SC, SE, SP, TO), no entanto, as pesquisas foram filtradas apenas para as regiões do Nordeste (Figura 2) pois continha o maior número de exsicatas, com coordenadas e imagens. A escolha dos espécimes foi feita com base nas informações encontradas nas etiquetas das exsicatas. Essas etiquetas trazem dados importantes, como o nome do herbário onde a espécie está armazenada, o número de registro, os estágios reprodutivos presentes, a data em que o espécime foi coletado, o local da coleta (município e estado) e as coordenadas geográficas (latitude e longitude). No total, foram analisadas 186 exsicatas da espécie.

3.2.1 Estatísticas circulares

A análise de estatística circular foi realizada no software R, versão 4.3.3, utilizando o pacote circular (Agostinelli & Lund, 2017), conforme metodologia proposta por Souza e Funch (2016) e permitiu gerar informações estatísticas que revelam aspectos fenológicos da espécie *Lonchocarpus sericeus* (Poir.) Kunth ex DC.

O cálculo do ângulo médio (μ) permitiu determinar o mês e a data média da atividade fenológica da espécie. Além disso, o comprimento do vetor r indica o grau de agregação temporal da fenofase, refletindo o nível de sincronia ou sazonalidade da espécie. Valores elevados de r ($>0,5$) sugerem que as atividades fenológicas ocorrem de forma sazonal. Por fim, o teste de *Rayleigh* (Z) foi utilizado para avaliar se os ângulos ou datas estão distribuídos uniformemente ao longo do ano. De acordo com Rubim *et al.*, (2010), a ausência dessa uniformidade na distribuição das datas indica a presença de sazonalidade na fenofase.

3.3 Correlação das Variáveis Ambientais e Modelagem de distribuição potencial

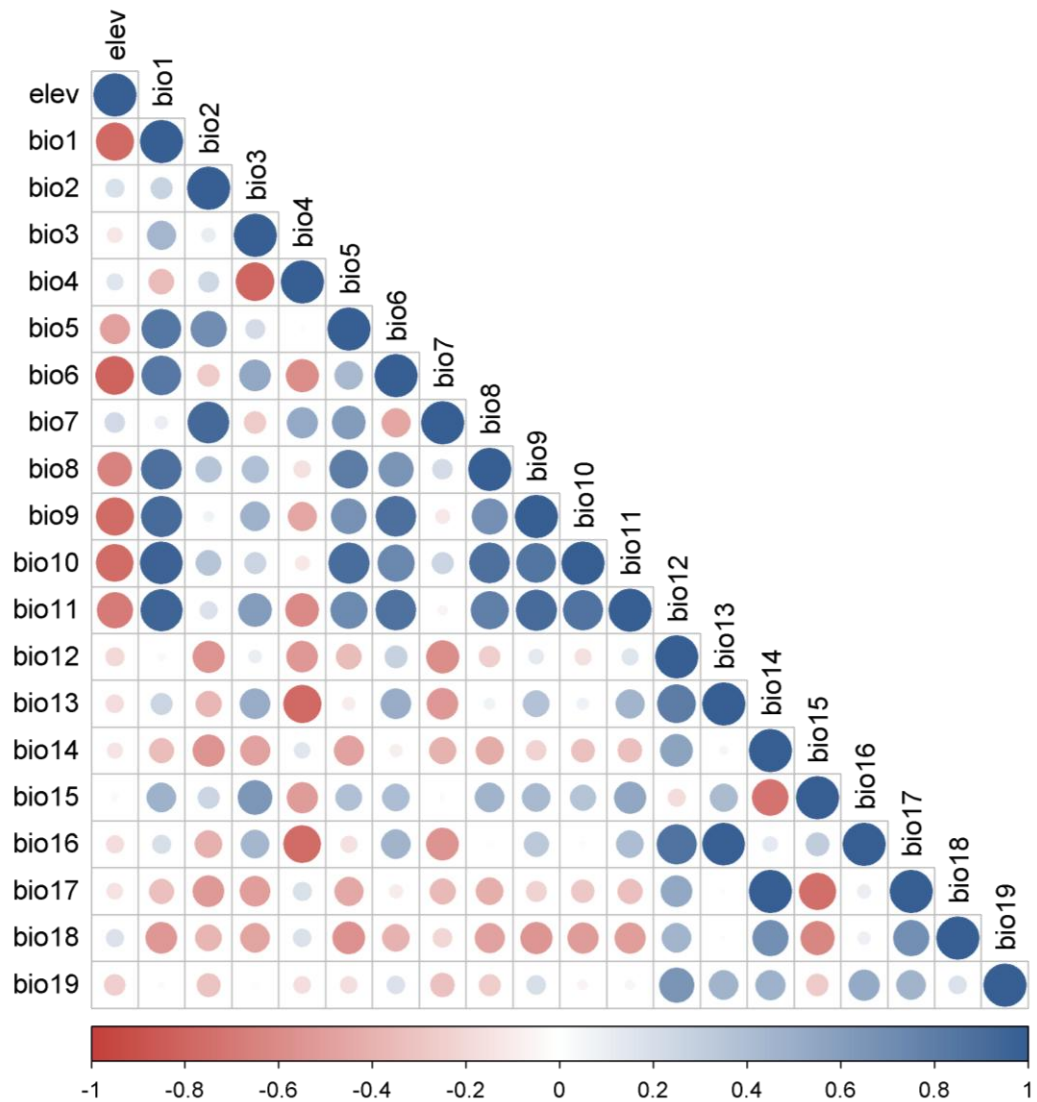
Foi realizada uma análise de correlação entre as 19 variáveis bioclimáticas do WorldClim e a elevação (total de 20 camadas) com o objetivo de reduzir a colinearidade entre preditores antes das etapas subsequentes. O coeficiente de correlação de Pearson (r) foi calculado para todos os pares de variáveis com base nos pontos de ocorrência da espécie. Adotou-se o limiar $|r|>0,8$ para identificar pares altamente correlacionados, procedimento amplamente recomendado para mitigar redundância e manter a interpretabilidade ecológica (Dormann *et al.*, 2013; Zurell *et al.*, 2020). Conceitualmente, a correlação mensura a

intensidade e direção da associação linear entre variáveis; r varia de -1 a 1 , sendo que valores próximos a zero indicam associação fraca, valores positivos indicam correlação direta e negativos, correlação inversa; quanto mais próximo de -1 ou 1 , mais forte é a relação (Faria *et al.*, 2012; Nogueira *et al.*, 2013).

As variáveis ambientais consideradas foram: bio1 temperatura média anual; bio2 intervalo diurno médio; bio3 isotermalidade; bio4 sazonalidade da temperatura; bio5 temperatura máxima do mês mais quente; bio6 temperatura mínima do mês mais frio; bio7 amplitude anual de temperatura; bio8 temperatura média do trimestre mais úmido; bio9 temperatura média do trimestre mais seco; bio10 temperatura média do trimestre mais quente; bio11 temperatura média do trimestre mais frio; bio12 precipitação anual; bio13 precipitação do mês mais úmido; bio14 precipitação do mês mais seco; bio15 sazonalidade da precipitação; bio16 precipitação do trimestre mais úmido; bio17 precipitação do trimestre mais seco; bio18 precipitação do trimestre mais quente; bio19 precipitação do trimestre mais frio. Além dessas, também foi considerada a variável de elevação. Todas foram obtidas a partir da plataforma *WorldClim* (www.worldclim.org).

A matriz de correlação (Figura 5) guiou a remoção de variáveis redundantes ($|r| > 0,8$) e a priorização de preditores com menor intercorrelação interna e relevância biológica. O subconjunto final preservado para as etapas seguintes foi composto por nove variáveis bioclimáticas: bio3 (isotermalidade), bio4 (sazonalidade da temperatura), bio7 (amplitude anual), bio8 (temperatura média do trimestre mais úmido), bio13 (precipitação do mês mais úmido), bio15 (sazonalidade da precipitação), bio17 (precipitação do trimestre mais seco), bio18 (precipitação do trimestre mais quente) e bio19 (precipitação do trimestre mais frio). A elevação foi mantida como covariável adicional.

Figura 5- Correlação de Pearson entre 19 variáveis bioclimáticas e elevação



Fonte: MARINHO, J. S.

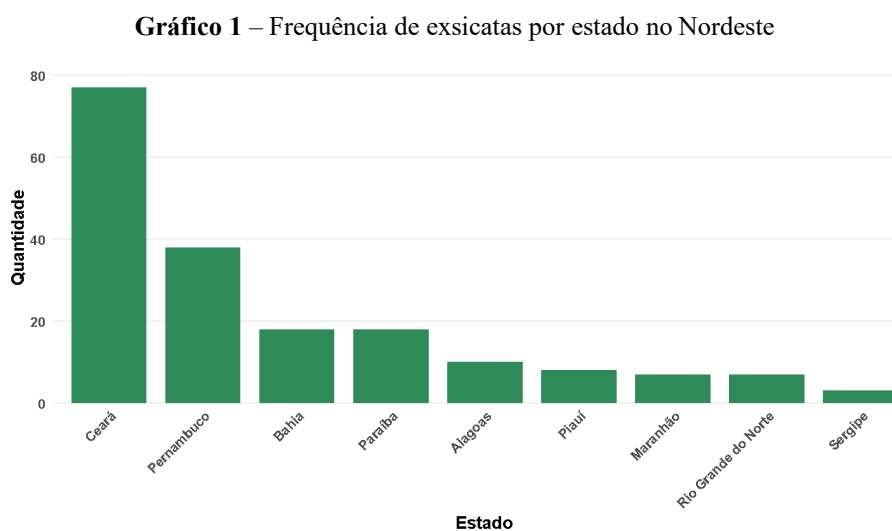
Com o conjunto reduzido definido por essa filtragem, procedeu-se à modelagem de nicho ecológico por Máxima Entropia no MaxEnt 3.4.4 (Phillips *et al.*, 2017), utilizando os registros de ocorrência e as camadas ambientais recortadas para o Brasil. O desempenho do modelo foi avaliado pela AUC, e a superfície contínua de adequabilidade foi convertida em mapa binário pelo limiar maximum training sensitivity plus specificity (MTSS). Como o foco analítico do estudo é a região Nordeste, os rasters finais (contínuo e binário) foram posteriormente recortados para o Nordeste para apresentação e interpretação dos resultados; o pós-processamento e a composição cartográfica foram realizados no QGIS 3.26.

3.4 Caracterização do perfil climático

Para a caracterização do perfil climático das ocorrências de *Lonchocarpus sericeus* no Nordeste, utilizaram-se as mesmas variáveis ambientais empregadas na modelagem de distribuição. Os 186 registros georreferenciados foram sobrepostos às camadas de temperatura média anual (bio1) e precipitação anual (bio12) do conjunto climático WorldClim 2.1, que sintetiza normais climatológicas para o período de 1970–2000 em resolução espacial de 30 arc-segundos ($\cong 1 \text{ km}^2$) (Fick; Hijmans, 2017), bem como a um modelo digital de elevação derivado de dados da missão SRTM (Jarvis *et al.*, 2008). Para cada ponto de ocorrência foram extraídos os valores de bio1, bio12 e altitude, que foram organizados em planilha eletrônica e sumarizados por meio de diagramas de caixa (boxplots) elaborados no programa R, versão 4.3.3. Esses boxplots permitiram descrever a mediana, a variação interquartílica e os valores extremos de temperatura, precipitação e altitude associados às ocorrências da espécie, fornecendo um perfil climático.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

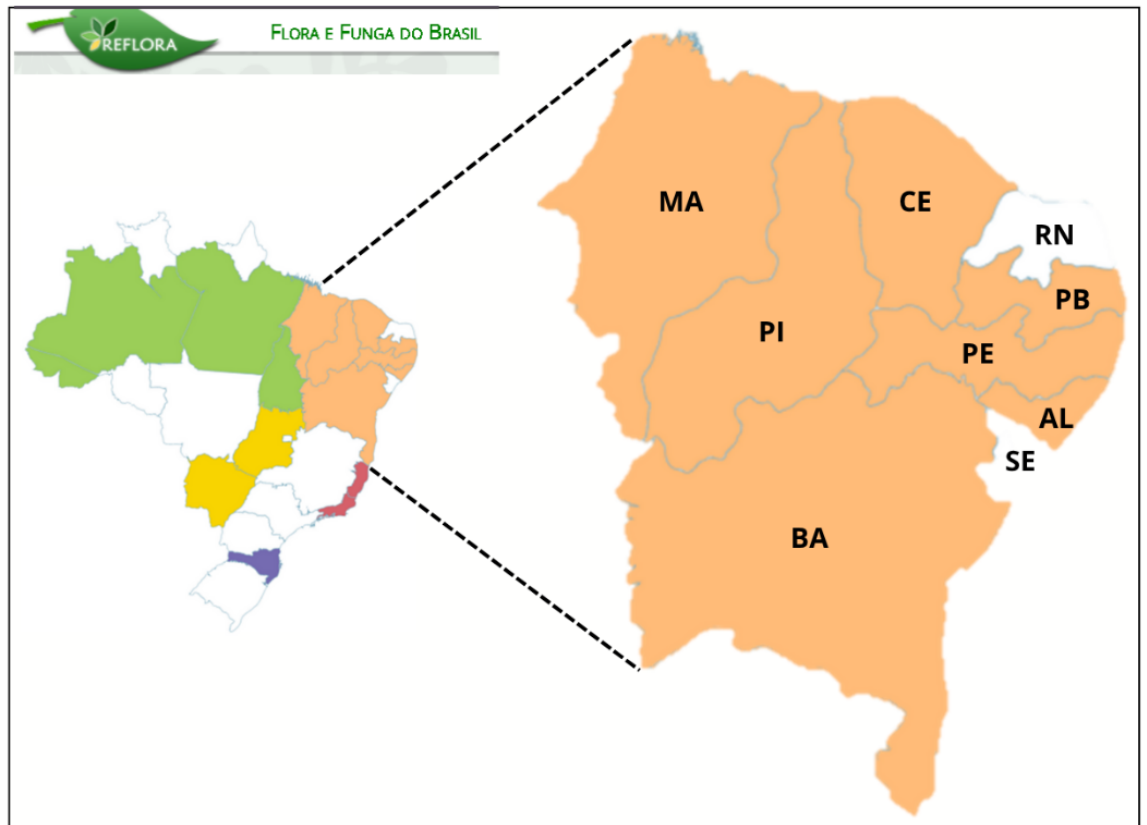
Foram analisadas 186 exsicatas de *Lonchocarpus sericeus* provenientes de herbários com registros para o Nordeste brasileiro. A contagem por estado mostrou que Ceará (77) e Pernambuco (38) concentram a maior parte das amostras, seguidos por Bahia (18) e Paraíba (18), enquanto os demais estados apresentam números menores de registros (Gráfico 1).



Fonte: MARINHO, J. S

A síntese de distribuição apresentada pela Flora e Funga do Brasil para o Nordeste brasileiro indica a ocorrência de *L. sericeus* em diferentes domínios fitogeográficos, incluindo Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, com menções à sua presença tanto em ambientes secos e abertos quanto em formações florestais mais úmidas, incluindo matas ciliares (Figura 6).

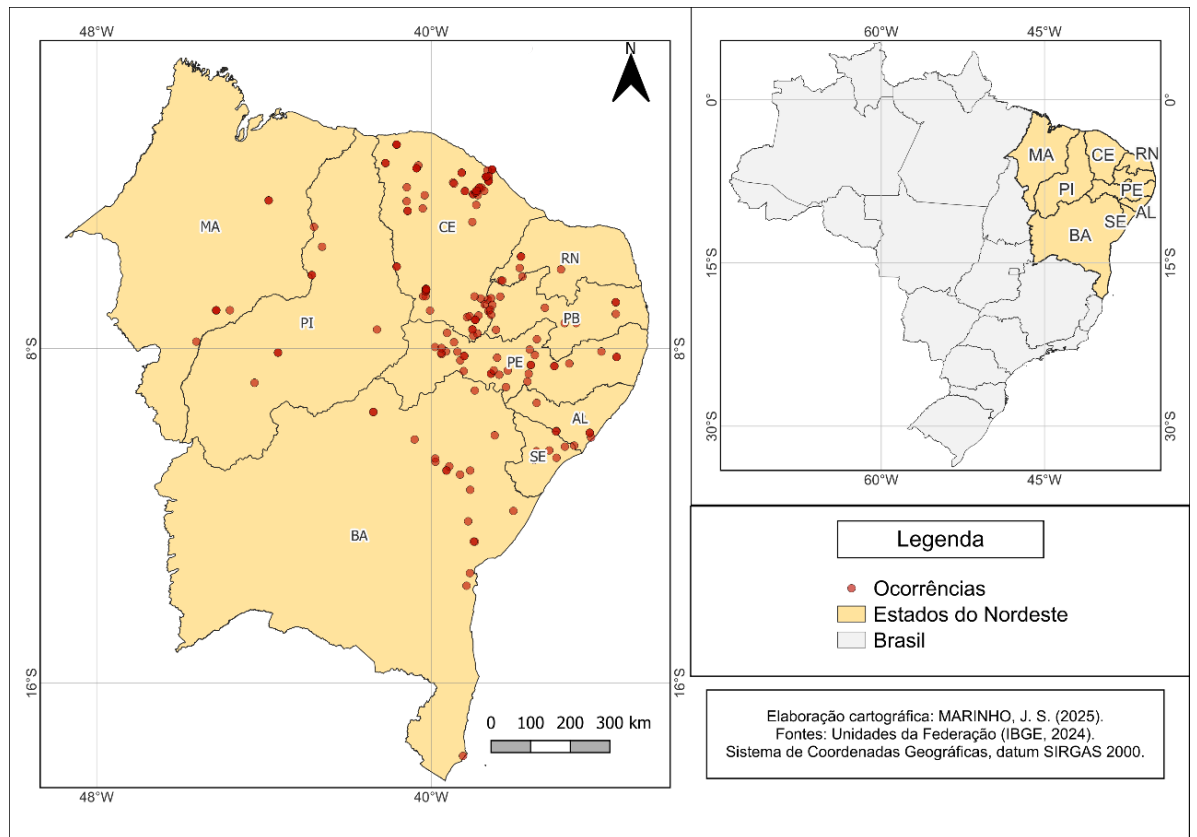
Figura 6: Mapa da ocorrência de *L. sericeus*



Fonte: Adaptado de Flora e Funga do Brasil. 2025.

Quando essa síntese é comparada ao mapa de ocorrências elaborado a partir das exsicatas analisadas neste estudo (Figura 7), observa-se um detalhamento espacial mais fino e, em alguns pontos, uma ampliação do registro regional. O mapa evidencia maior concentração de registros na faixa oriental do Nordeste, acompanhando áreas de transição entre o litoral e o interior. Além disso, o levantamento identificou ocorrências em Sergipe e no Rio Grande do Norte, estados não indicados na síntese da Flora e Funga do Brasil para o recorte regional, ampliando a distribuição geográfica conhecida de *L. sericeus* no Nordeste.

Figura 7 - Distribuição das ocorrências de *Lonchocarpus sericeus* no Nordeste brasileiro

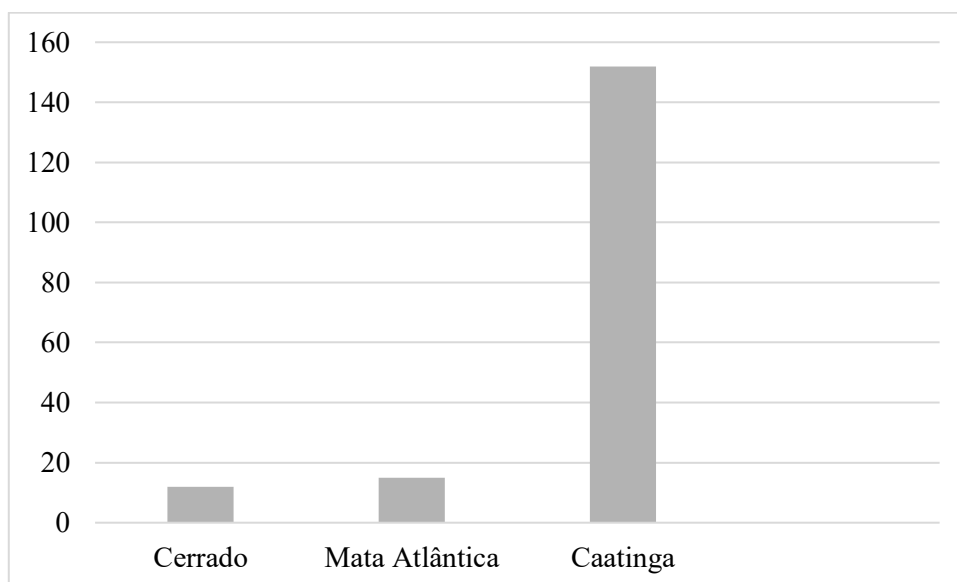


Fonte: MARINHO, J. S

A distribuição espacial das ocorrências de *Lonchocarpus sericeus* no Nordeste brasileiro evidencia um padrão marcadamente heterogêneo, com maior concentração de registros ao longo da faixa leste da região e em setores de transição entre o litoral e o interior. Os pontos não se distribuem de forma homogênea dentro dos limites político-administrativos nem dos grandes domínios fitogeográficos, mas se organizam em manchas associadas a gradientes ambientais e a locais específicos da paisagem. Esse padrão é coerente com a síntese apresentada pelo Flora e Funga do Brasil (2025), que indica a ocorrência da espécie em diferentes domínios. A comparação entre o mapa produzido neste estudo e a distribuição compilada pelo Flora e Funga do Brasil também revela uma ampliação da área conhecida de ocorrência no Nordeste, com registros adicionais em estados anteriormente pouco documentados, o que reforça a importância do uso de dados de herbário para refinar o conhecimento sobre a distribuição regional da espécie.

A análise do número de registros por bioma (Gráfico 2) permite avaliar como *L. sericeus* se distribui entre grandes unidades ecológicas regionais e fornece um primeiro indicativo de sua afinidade com determinados contextos ambientais.

Gráfico 2 – Número de registros de *Lonchocarpus sericeus* por bioma no Nordeste do Brasil



Fonte: MARINHO, J. S

Há uma predominância expressiva de ocorrências associadas à Caatinga, que concentra a maior parte dos registros no Nordeste, seguida por números substancialmente menores na Mata Atlântica e no Cerrado. Esse resultado indica que, em escala regional, a espécie está amplamente inserida em paisagens sazonalmente secas, o que, à primeira vista, poderia sugerir afinidade com condições semiáridas. No entanto, a interpretação desse padrão deve considerar a heterogeneidade interna dos biomas e a diversidade de unidades fitogeográficas que os compõem.

Quando analisadas em maior detalhe, as ocorrências associadas à Caatinga concentram-se majoritariamente em unidades como Caatingas e Brejos de Altitude do Sertão Setentrional e Central, Caatingas do Sertão Meridional e setores pré-litorâneos, além de áreas de transição entre domínios. Esses compartimentos diferem substancialmente do semiárido hiperxerófilo clássico, sendo caracterizados por maior complexidade ambiental, influência do relevo, presença de brejos de altitude e condições microclimáticas relativamente mais amenas e úmidas (Ab'Sáber, 2003). De modo semelhante, os registros na Mata Atlântica concentram-se quase

exclusivamente na Floresta Densa do Leste e Nordeste Oriental, com ocorrência residual no Litoral Oriental, indicando que, no Nordeste, a inserção da espécie nesse domínio está associada a faixas específicas e espacialmente restritas. No Cerrado, as ocorrências são pontuais e vinculadas principalmente às Savanas Tropicais dos Chapadões Setentrionais, sugerindo ocupação localizada de ambientes savânicos mais elevados e menos secos.

Em conjunto, esses resultados indicam um padrão de concentração de registros da espécie em setores ecotonais e ambientalmente intermediários, frequentemente associados a maior disponibilidade hídrica dentro do mosaico regional. Assim, a elevada frequência de registros na Caatinga não deve ser lida como afinidade ao semiárido extremo, mas como reflexo de ocorrências recorrentes em transições fitogeográficas e ambientes menos limitantes. Desse modo, o padrão observado sustenta as análises subsequentes do perfil climático e da adequabilidade ambiental da espécie no Nordeste brasileiro.

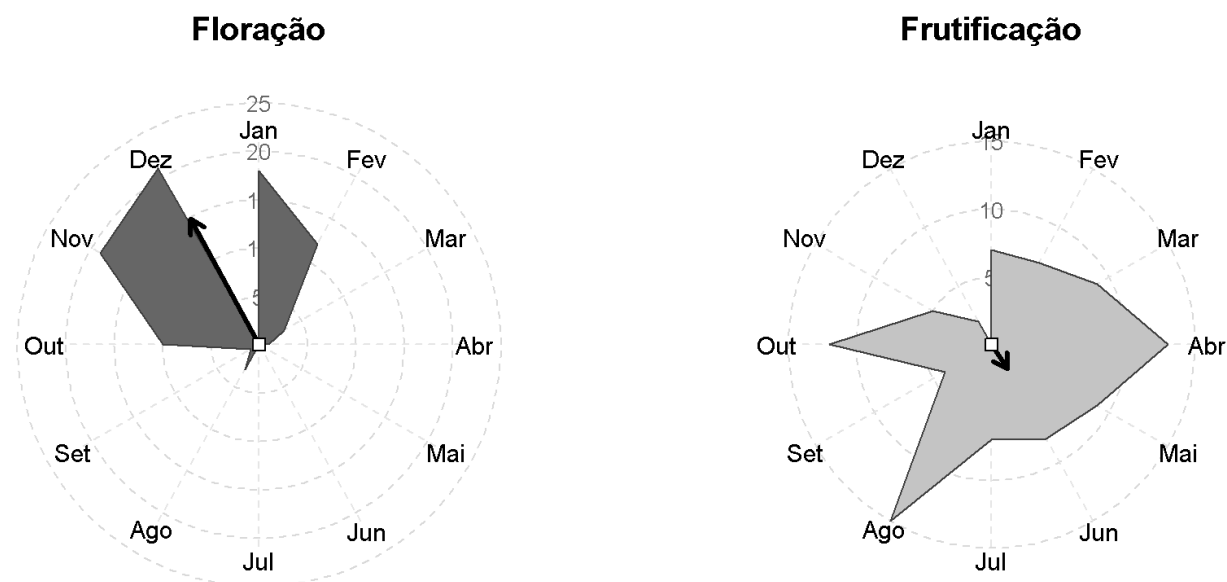
4.1 Fenologia da espécie a partir de dados de herbário

Em conjunto, os parâmetros da estatística circular derivados de registros de herbário indicam padrões temporais contrastantes entre as fenofases reprodutivas de *Lonchocarpus sericeus* (Tabela 1; Figura 7). A floração apresenta maior agregação temporal nas datas de coleta, configurando um sinal sazonal concentrado em uma janela mais estreita do ciclo anual, enquanto a frutificação se distribui de forma mais difusa ao longo do ano, com menor agregação temporal. A representação gráfica reforça essa assimetria ao evidenciar um agrupamento mais definido das ocorrências de floração e uma dispersão relativa maior das ocorrências de frutificação, padrão compatível com descrições para árvores tropicais em ambientes sazonais, nas quais a floração tende a se concentrar em períodos mais curtos e a frutificação pode se estender por intervalos mais amplos (Van Schaik; Terborgh; Wright, 1993; Newstrom; Frankie; Baker, 1994; Talora; Morellato, 2000).

Tabela 1 – Resultados das análises estatísticas circulares das ocorrências de picos sazonais de floração e frutificação para *Lonchocarpus sericeus* baseado em coleções de herbário do nordeste do Brasil.

Fenofase	Observações (N)	Data média	Ângulo médio (μ , rad)	Comprimento do vetor médio (r)	Teste de Rayleigh (p)
Pico de floração	88	02 dez.	2,070	0,705	< 0,001
Pico de frutificação	98	26 mai.	5,303	0,143	0,136

Figura 7: Diagrama circular de *Lonchocarpus sericeus*.



Fonte: MARINHO, J. S

A partir desses resultados, é importante interpretar o padrão observado como um recorte regional amplo, e não como um calendário rígido para a espécie. O conjunto de exsicatas utilizado inclui coletas de Mata Atlântica, Caatinga, Cerrado, biomas com diferentes regimes de chuva, temperatura e disponibilidade hídrica. Em formações sazonais secas, como Caatinga e Cerrado, muitas árvores concentram brotamento e floração no início da estação chuvosa, após um período de deciduidade mais acentuado, com a frutificação avançando para a estação seca (Prado, 2000; Pennington; Prado; Pendry, 2000).

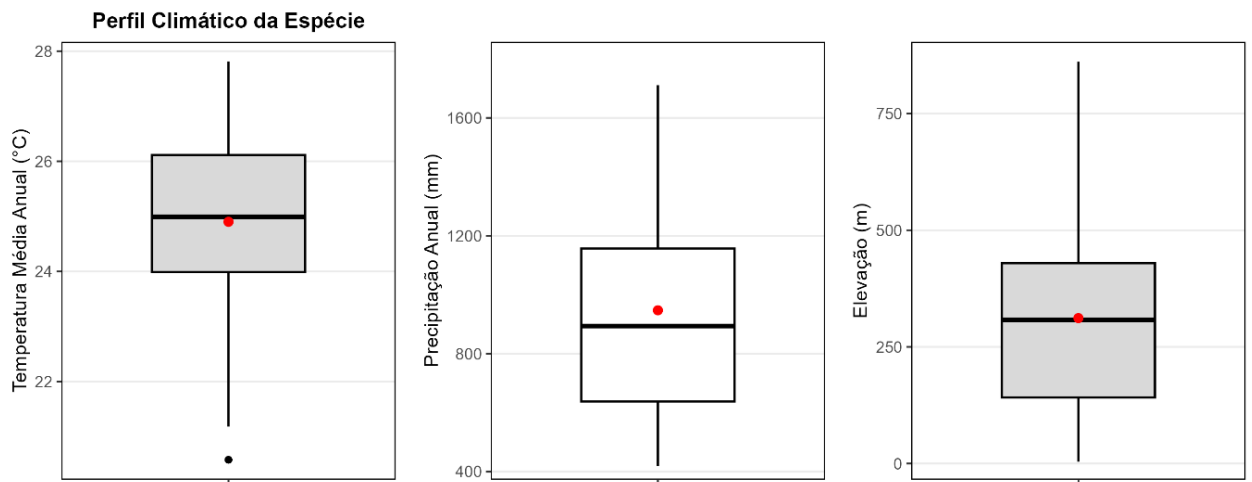
Em Matas úmidas da Mata Atlântica, a menor intensidade da estação seca permite picos de floração mais tardios e ciclos reprodutivos menos ligados ao início das chuvas, com eventos distribuídos ao longo do ano, embora ainda influenciados pela sazonalidade das chuvas (Morellato *et al.*, 2000; Morellato; Camargo; Gressler, 2013).

4.2 Perfil climático das ocorrências de *L. sericeus* no Nordeste

A caracterização do perfil climático (Figura 8) associada às ocorrências de *Lonchocarpus sericeus* no Nordeste brasileiro, sintetizada por meio dos boxplots de temperatura média anual (bio1), precipitação anual (bio12) e elevação, permite avançar para uma interpretação mais refinada sobre os limites ambientais nos quais a espécie se estabelece

na região. Mais do que indicar valores médios, esses diagramas delimitam o intervalo de condições climáticas efetivamente ocupadas pela espécie, oferecendo uma base empírica para discutir como fatores abióticos podem modular, direta ou indiretamente, seu comportamento fenológico.

Figura 8: Perfil climático das ocorrências de *L. sericeus* no Nordeste do Brasil. Boxplots para temperatura média anual (°C), precipitação anual (mm) e elevação (m); a linha indica a mediana e o ponto vermelho a média.



Fonte: MARINHO, J. S

O boxplot de temperatura média anual evidencia uma distribuição relativamente concentrada, com mediana em torno de 25 °C e baixa dispersão em comparação à amplitude térmica observada no Nordeste como um todo. Esse padrão indica que, embora a espécie ocorra em uma região majoritariamente quente, suas ocorrências não se distribuem de forma indiferente ao gradiente térmico regional. A restrição a uma faixa intermediária de temperatura sugere a existência de limites fisiológicos que condicionam a ocorrência da espécie, ainda que a variação térmica anual, por si só, não atue como fator desencadeador direto dos eventos fenológicos (Körner, 2007; Chuine, 2010; Borchert *et al.*, 2005; Morellato *et al.*, 2000). Esse resultado é consistente com o que tem sido amplamente descrito para espécies arbóreas tropicais, nas quais a temperatura funciona predominantemente como um fator permissivo, definindo o espaço ambiental no qual o desenvolvimento e a reprodução são viáveis, enquanto outros fatores, especialmente a disponibilidade hídrica, exercem papel mais direto na modulação temporal das fenofases (Newstrom *et al.*, 1994; Morellato *et al.*, 2000).

A precipitação anual, por sua vez, apresenta maior amplitude de variação, embora com clara concentração dos registros em valores intermediários, próximos de 900 mm. Esse resultado indica que *L. sericeus* tolera uma gama relativamente ampla de regimes pluviométricos, mas evita os extremos mais secos característicos de porções do semiárido nordestino. A predominância de ocorrências em faixas de precipitação moderada sugere que a espécie depende de uma disponibilidade hídrica mínima para sustentar o investimento reprodutivo, especialmente em ambientes marcados por sazonalidade climática. Em ecossistemas tropicais sazonais, a precipitação tem sido apontada como o principal fator associado ao início e à duração da floração e da frutificação, uma vez que o déficit hídrico pode limitar tanto a produção de estruturas reprodutivas quanto o desenvolvimento dos frutos (Borchert, 1980; Morellato *et al.*, 2000). Assim, os valores observados nos boxplots são compatíveis com a associação da espécie a ambientes onde a água, embora sazonal, está disponível em níveis suficientes ao longo do ano, como vales fluviais, áreas ripárias e setores com maior capacidade de retenção hídrica no solo.

A variável elevação apresenta distribuição ampla, mas com predominância de altitudes baixas a intermediárias, atuando como um fator integrador dos efeitos climáticos. Mesmo variações altitudinais modestas no Nordeste podem influenciar significativamente as condições microclimáticas, modulando tanto a temperatura quanto a disponibilidade de umidade por efeitos orográficos e edáficos. Nesse sentido, a concentração das ocorrências da espécie em determinadas faixas altitudinais sugere que a topografia contribui para a criação de ambientes localmente mais favoráveis, atenuando o estresse térmico e hídrico. Esse papel indireto da elevação sobre a fenologia vegetal é bem documentado em estudos realizados em domínios sazonais do Brasil, nos quais diferenças topográficas se traduzem em variações relevantes no microclima e, conseqüentemente, no comportamento reprodutivo das plantas (Morellato, 2008; Rubim *et al.*, 2010).

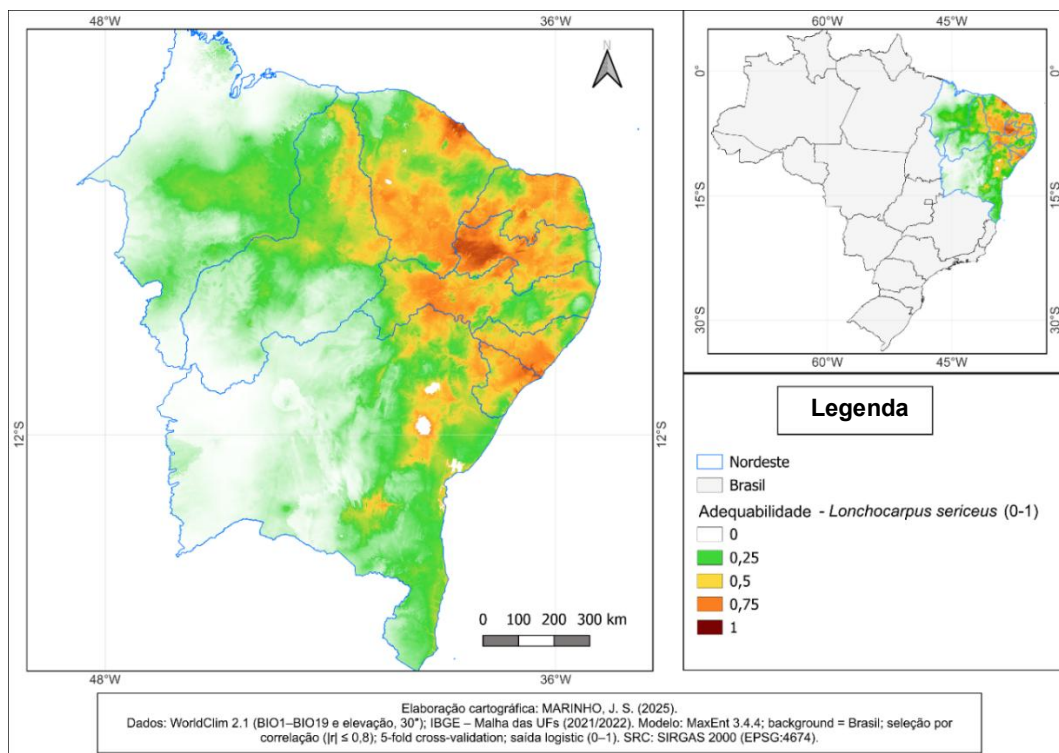
Em síntese, os boxplots indicam que *L. sericeus* ocupa no Nordeste um envelope climático relativamente consistente, associado a temperaturas intermediárias, precipitação moderada e contextos topográficos que favorecem maior disponibilidade hídrica. Assim, a predominância de registros na Caatinga deve ser interpretada como ocupação de subambientes mais favoráveis dentro do domínio, com a temperatura atuando como limite geral de ocorrência e a precipitação modulando mais diretamente a viabilidade e o timing das fenofases. Para validar o modelo e definir o ponto de corte da predição, foram empregadas as métricas fornecidas pelo MaxEnt.

4.3 Modelagem de distribuição potencial da espécie

O AUC para os dados de teste foi 0,957 ($\pm 0,009$; $n = 5$ réplicas; faixa 0,945–0,969), e para o conjunto de treinamento foi 0,968, indicando bom desempenho discriminante no recorte e nas condições de calibração adotadas, embora essa métrica deva ser interpretada com cautela em modelos *presence-only* e sensível ao recorte espacial do *background*. Para converter a superfície contínua de adequabilidade em um mapa binário operacional, adotou-se o limiar MTSS (*maximum training sensitivity plus specificity*), com *threshold* logístico médio de 0,147 (variação 0,109–0,238 entre réplicas), reconhecendo-se que a definição de limiar é um procedimento pragmático e dependente do objetivo analítico.

No recorte do Nordeste, o modelo de distribuição potencial de *Lonchocarpus sericeus* aponta maiores valores de adequabilidade fora do núcleo ombrófilo estrito do litoral, com destaque para faixas ecotonais entre Caatinga e Mata Atlântica e para setores relativamente mais úmidos dentro do domínio da Caatinga (Figura 9). Esse padrão se expressa sobretudo na porção oriental do Nordeste, acompanhando a transição entre o litoral úmido, os agrestes intermediários e o interior semiárido, enquanto remanescentes costeiros de Mata Atlântica aparecem associados a ocorrências pontuais e manchas mais restritas de adequabilidade elevada.

Figura 9: Mapa de adequabilidade de *Lonchocarpus sericeus* no Nordeste do Brasil



Na Bahia, a superfície prevista sugere uma faixa mais ampla e contínua de adequabilidade ao longo do eixo leste–interior, compatível com o mosaico de transições Caatinga–Mata Atlântica e com setores do Agreste e de contato com o Cerrado. Essa diferenciação em relação a estados mais ao norte pode refletir a maior heterogeneidade ambiental baiana e a combinação local de relevo, gradientes costeiro-interiores e corredores fluviais, hipótese que deve ser entendida como inferencial e dependente do conjunto de preditores e da cobertura amostral.

A interpretação espacial é coerente com a caracterização climática dos registros, que se concentram em temperaturas médias anuais intermediárias e regimes pluviométricos moderados, o que é compatível com ambientes transicionais e subambientes climaticamente mais favoráveis no interior do domínio semiárido. Assim, a elevada frequência de registros na Caatinga não deve ser lida como preferência por condições áridas extremas, mas como recorrência da espécie em faixas ambientalmente intermediárias e ecotonais, que tendem a combinar sazonalidade marcada com disponibilidade hídrica local suficiente para sustentar populações arbóreas.

Como esperado, o mapa do MaxEnt não representa presenças e ausências reais, mas uma superfície de adequabilidade relativa, na qual valores mais altos expressam maior similaridade ambiental com os pontos usados na calibração. O limiar MTSS permite uma delimitação operacional de áreas potencialmente favoráveis, mas valores baixos não equivalem a ausência confirmada; eles indicam apenas menor compatibilidade ambiental, dentro das escolhas de recorte espacial, *background* e preditores utilizadas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise integrada de registros de herbário e modelagem de distribuição descreve, no recorte adotado, tanto o padrão reprodutivo quanto o contexto ambiental associado a *Lonchocarpus sericeus* no Nordeste. As exsicatas indicam floração mais agregada em uma janela anual e frutificação mais difusa e prolongada, expressando uma tendência regional média e não um calendário fixo, dado que os registros abrangem domínios com regimes climáticos distintos.

A modelagem no MaxEnt indica que as maiores classes de adequabilidade não se restringem ao litoral úmido, mas se distribuem amplamente no interior e, sobretudo, em faixas de transição, com destaque para zonas ecotonais entre Caatinga e Mata Atlântica e setores do Agreste. Na Bahia, o padrão é mais contínuo ao longo do eixo leste–interior, compatível com a heterogeneidade ambiental do estado, ainda que essa interpretação seja inferencial e dependente do conjunto de preditores, do recorte do background e da cobertura amostral.

Os boxplots climáticos sugerem concentração das ocorrências em temperaturas médias anuais intermediárias e precipitação anual moderada, o que sustenta a leitura de recorrência da espécie em contextos ambientalmente intermediários e subambientes mais favoráveis dentro do Nordeste, evitando interpretar a alta frequência de registros na Caatinga como afinidade ao semiárido extremo.

Por fim, os resultados não apenas ajudam a planejar coletas e discutir a distribuição potencial da espécie, como também fornecem subsídios concretos para estudos taxonômicos, ecológicos e de conservação que dependem de informações fenológicas e climáticas mais detalhadas sobre *L. sericeus* no Nordeste.

6. REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, A. N. *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ALBUQUERQUE, M. R. J. R.; VASCONCELOS, A. A.; PESSOA, O. D. L.; SILVEIRA, E. R. Chalconas isoladas da casca da raiz de *Lonchocarpus sericeus*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 33., 2010, Águas de Lindóia. *Anais*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química, 2010.
- ANDRADE DOS SANTOS, D. A. et al. Efeito da herbivoria cotiledonar simulada em plântulas de *Lonchocarpus sericeus* (Poir.) Kunth ex DC. (Fabaceae). *Informativo Abrates*, v. 28, n. 1, p. 37–43, 2018.
- BARVE, N. et al. The crucial role of the accessible area in ecological niche modeling and species distribution modeling. *Ecological Modelling*, v. 222, p. 1810–1819, 2011.
- BUCKERIDGE, M. S.; MORTARI, L. C.; MACHADO, M. R. Respostas fisiológicas de plantas às mudanças climáticas: alterações no balanço de carbono nas plantas podem afetar o ecossistema? In: REGO, G. M.; NEGRELLE, R. R. B.; MORELLATO, L. P. C. (org.). *Fenologia: ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos*. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. p. 179–199.
- DORMANN, C. F. et al. Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography*, v. 36, n. 1, p. 27–46, 2013.
- ELITH, J. et al. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography*, v. 29, n. 2, p. 129–151, 2006.
- ELITH, J.; LEATHWICK, J. R. Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, v. 40, p. 677–697, 2009.
- FICK, S. E.; HIJMANS, R. J. WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, v. 37, n. 12, p. 4302–4315, 2017.
- FLORA E FUNGA DO BRASIL. *Lonchocarpus sericeus* (Poir.) Kunth ex DC. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: <https://servicos.jbrj.gov.br>. Acesso em: 20 out. 2025.
- FOURNIER, L. A. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba*, v. 24, n. 4, p. 422–423, 1974.
- GBIF.org. *GBIF occurrence data: Lonchocarpus sericeus*. Global Biodiversity Information Facility, 2025. Disponível em: <https://www.gbif.org>. Acesso em: 20 out. 2025.
- GUISAN, A.; ZIMMERMANN, N. E. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling*, v. 135, p. 147–186, 2000.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Malha Municipal 2019: divisão político-administrativa brasileira*. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 18 nov. 2025.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. *Normais climatológicas do Brasil (1991–2020): Estação Alagoinhas-BA, cód. 83007*. Brasília, DF: INMET, 2023. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br>. Acesso em: 18 nov. 2025.

JARVIS, A. et al. *Hole-filled SRTM for the globe. Version 4*. Cali: International Center for Tropical Agriculture, 2008. Disponível em: <http://srtm.csi.cgiar.org>. Acesso em: 20 nov. 2025.

JESUS, N. G.; ALMEIDA, G. S. S.; FONSECA, M. R. Diversidade florística de dois remanescentes de Floresta Ombrófila Densa do Litoral Norte da Bahia. In: NUNES, J. M. C.; MATOS, M. R. B. (org.). *Litoral Norte: caracterização ambiental, biodiversidade e conservação*. Salvador: EDUFBA, 2017. p. 157–171.

LIETH, H. (ed.). *Phenology and seasonality modeling*. Berlin: Springer-Verlag, 1974.

LAVOIE, C.; LACHANCE, D. A new herbarium-based method for reconstructing the phenology of plant species across large areas. *American Journal of Botany*, v. 93, n. 4, p. 512–516, 2006.

MORELLATO, L. P. C. et al. Phenology of Atlantic rain forest trees: a comparative study. *Biotropica*, v. 32, n. 4, p. 811–823, 2000.

NEWSTROM, L. E.; FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotropica*, v. 26, p. 141–159, 1994.

NAPIMOGA, M. H. et al. *Lonchocarpus sericeus* lectin decreases leukocyte migration and mechanical hypernociception by inhibiting cytokine and chemokines production. *International Immunopharmacology*, v. 7, n. 6, p. 824–835, 2007.

PETERSON, A. T.; SOBERÓN, J. Species distribution modeling and ecological niche modeling: getting the concepts right. *Natureza & Conservação*, v. 10, n. 2, p. 102–107, 2012.

PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; SCHAPIRE, R. E. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, v. 190, n. 3–4, p. 231–259, 2006.

PHILLIPS, S. J. et al. Opening the black box: an open-source release of Maxent. *Ecography*, v. 40, n. 7, p. 887–893, 2017.

PRIMACK, D. et al. Herbarium specimens demonstrate earlier flowering times in response to warming in Boston. *American Journal of Botany*, v. 91, n. 8, p. 1260–1264, 2004.

QUEIROZ, L. P. *Leguminosas da Caatinga*. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2009.

RIBEIRO, M. C. et al. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? *Biological Conservation*, v. 142, n. 6, p. 1141–1153, 2009.

SILVA, M. J.; TOZZI, A. M. G. A. Revisão taxonômica de *Lonchocarpus* s. str. (Leguminosae, Papilionoideae) do Brasil. *Acta Botanica Brasilica*, v. 26, n. 2, p. 357–377, 2012.

SOBERÓN, J. Niche and area of distribution modeling: a population ecology perspective. *Ecography*, v. 33, n. 1, p. 159–167, 2010.

SOBERÓN, J.; PETERSON, A. T. Interpretation of models of ecological niches and species' distribution areas. *Biodiversity Informatics*, v. 2, p. 1–10, 2005.

UDO, U. E.; ECHEME, J. O.; IGWE, O. U. Phytochemical, anti-inflammatory and analgesic properties of stembark extract and fractions of *Lonchocarpus sericeus* Poir. (Papilionaceae) in albino mice. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, v. 10, n. 6, p. 584–593, 2020.

WILLIS, C. G. et al. Old plants, new tricks: phenological research using herbarium specimens. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 32, n. 7, p. 531–546, 2017.

ZURELL, D. et al. A standard protocol for reporting species distribution models. *Ecography*, v. 43, n. 9, p. 1261–1277, 2020.