



ANÁLISE DA DISPERSÃO ESPACIAL, DO IMPACTO DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS E DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS ASSOCIADAS À ESPÉCIE *Cariniana legalis*

DANILO DAMBROZ SOPRANI

RESUMO

A espécie *Cariniana legalis*, conhecida também como jequitibá-rosa, é uma árvore brasileira pertencente à família *Lecythidaceae*. É conhecida por sua importância ecológica, histórica e cultural e atualmente é símbolo dos estados de São Paulo e do Espírito Santo. Todavia, muitas são as ameaças à conservação do jequitibá-rosa, tais como o desmatamento, a extração ilegal de madeira e os incêndios florestais. No caso dos incêndios florestais ocorridos no país nos últimos anos, imensas áreas de preservação ambiental foram devastadas, e em algumas destas áreas haviam presença da *Cariniana legalis*. Neste trabalho propõe-se fazer um mapeamento desta espécie, através de registros catalogados pelo sistema *SpeciesLink*, um banco de dados online contendo milhões de registros sobre a biodiversidade brasileira, e, a partir dos dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE sobre os incêndios ocorridos no país, cruzou-se estes dados a fim de descobrir se haviam árvores nas regiões onde ocorreram os incêndios. A análise também inclui a avaliação de variáveis ambientais, como temperatura, precipitação e altitude, afim de identificar regiões mais suscetíveis a danos e compreender os fatores que influenciam a resiliência da espécie frente a eventos de fogo. Os resultados indicam que os incêndios florestais representam uma ameaça significativa ao jequitibá-rosa, especialmente em áreas com maior densidade de eventos de fogo e condições ambientais adversas. O estudo mostrou que, das 764 árvores mapeadas, 35 estão em áreas de risco, próximas dos focos de incêndios, podendo ter sido atingidas pelo fogo. Este trabalho também contribui para a formulação de estratégias de manejo e conservação, ressaltando a necessidade de ações específicas para proteger essa espécie ameaçada e os ecossistemas em que está inserida.

Palavras-chave: Biomas brasileiros; Fogo; Jequitibá-rosa; Mata Atlântica; Queimadas.

1 INTRODUÇÃO

O jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*), pertencente à família *Lecythidaceae*, é uma das mais importantes árvores da flora brasileira, destacando-se por sua imponência e relevância ecológica, histórica e cultural. Nativa da Mata Atlântica, essa espécie é amplamente reconhecida por seu potencial de sequestro de carbono, sua longevidade e seu papel na manutenção da biodiversidade local (Carvalho, 2003, p. 632).

Entretanto, devido a fatores como o desmatamento e a extração ilegal, o jequitibá-rosa tem enfrentado sérios riscos de conservação, sendo atualmente classificado como uma espécie ameaçada de extinção. Esses fatores ressaltam a importância de estudos que avaliem sua distribuição espacial e os impactos das

mudanças ambientais em suas populações naturais. O mapa da figura 1 a seguir apresenta a dispersão do jequitibá-rosa ao longo do território brasileiro:



Figura 1: Distribuição da espécie *Cariniana legalis* longo do território brasileiro.

Como podemos perceber, o jequitibá-rosa está presentes majoritariamente no litoral leste do Brasil, especialmente na faixa que vai de Santa Catarina até o Rio Grande do Norte, com algumas poucas árvores na porção centro-norte do país.

Uma das grandes preocupações com a preservação do jequitibá-rosa é em relação aos incêndios florestais. Cientificamente, definimos incêndio florestal como sendo a energia proveniente da combinação de combustíveis, comburente e calor, que por sua vez são capazes de consumir a vegetação (Fiedler et al., 2023, p. 2).

De acordo com Tetto, Batista e Soares (2011, p. 28), podem ser diversas as causas de incêndios florestais, e muitas destas estão associadas à ação humana: incendiários, queimas para fins de limpeza, fumantes, fogos de recreação, entre outras.

Este trabalho busca analisar a dispersão geográfica do jequitibá-rosa no território brasileiro, cruzando dados de coordenadas geográficas para determinar se alguma árvore estava nas proximidades dos incêndios. Além disso, também foram mapeadas as informações ambientais, como temperatura, precipitação e altitude, com o objetivo de identificar padrões de ocorrência, compreender os fatores que influenciam sua distribuição e fornecer subsídios para estratégias de conservação mais eficazes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho consiste na coleta, análise e interpretação de dados públicos disponibilizados online por instituições governamentais e de pesquisa.

Inicialmente acessou-se o portal *SpeciesLink* (2024), uma plataforma que contém cerca de 18 milhões de registros de espécies dos biomas brasileiros. Nesta plataforma, é possível aplicar filtros de busca, e em nosso caso, estávamos interessados na espécie *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa), sendo encontrados 764 registrados, contendo, entre outras informações, as coordenadas geográficas de cada árvore.

Após obtenção dos dados, desenvolveu-se um *script* em linguagem de programação *Python* para gerar um mapa contendo a localização de cada planta ao longo do território brasileiro (conforme figura 1 acima).

Após o mapeamento da distribuição das espécies, obteve-se, a partir do Programa de Queimadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, os dados referentes aos focos de incêndios ocorridos em todo o território nacional, desde 01 de janeiro de 2003 até dezembro de 2024 (totalizando mais de 7,5 milhões de registros de incêndios), contendo as coordenadas geográficas e a data de cada foco de incêndio (INPE, 2024).

A partir daí, desenvolveu-se um algoritmo em linguagem de programação *Python* com o objetivo de cruzar ambos os dados (as coordenadas das espécies de *Cariniana legalis* com as coordenadas de cada foco de incêndio) para verificar se havia alguma espécie nas proximidades do fogo. Para saber se havia ou não árvores próximas dos focos de incêndio, realizou-se o cálculo da distância entre uma árvore e cada foco de incêndio, através fórmula de *Haversine*, que permite calcular a distância entre dois pontos na superfície da Terra, levando em consideração a curvatura do planeta, como mostrado a seguir:

$$d = 2r \arcsin \left(\sqrt{\sin^2 \left(\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2} \right) + \cos(\varphi_1) \cos(\varphi_2) \sin^2 \left(\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2} \right)} \right)$$

Onde d é a distância, φ_1 , φ_2 e λ_1 , λ_2 se referem à latitude e à longitude (em radianos), e r corresponde ao raio da Terra (aproximadamente 6350 km).

Para fins didáticos, considerou-se neste trabalho a distância limite como sendo 300 m. Ou seja, árvores localizadas a menos de 300 metros de um foco de incêndio são consideradas como potencialmente em perigo. Esse valor é arbitrário. Poder-se-ia ter considerado um valor menor (por exemplo, 100 m), ou um valor maior (por exemplo, 500 m). Todavia, entendeu-se que a distância de 300 m permite fazer um bom estudo aproximativo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após executar-se o algoritmo, constatou-se que 35 árvores da espécie *Cariniana legalis* estavam nas proximidades dos focos de incêndios (a menos de 300 m), estando potencialmente em risco. A tabela 1 a seguir apresenta essas árvores com sua respectiva localização, a data da ocorrência e a distância ao foco do incêndio:

Tabela 1: Registro das árvores potencialmente em risco

| Latitude | Longitude | Localidade | Ano | Distância (m) |
|-----------|-----------|----------------------------|------------------------|---------------|
| -22.3 | -47.2167 | Araras/SP | 2006 | 207 |
| -19.49687 | -41.04255 | Baixo Guandu/ES | 2024 | 39 |
| -19.81417 | -40.67806 | Baixo Guandu/ES | 2024 | 89 |
| -22.25 | -49.08333 | Baurú/SP | 2012, 2024 | 34 até 141 |
| -22.80102 | -47.04233 | Campinas/SP | 2024 | 66 |
| -22.8264 | -46.9396 | Campinas/SP | 2014 | 130 |
| -21.77833 | -41.2575 | C. dos Goytacazes/RJ | 2006 | 268 |
| -19.7897 | -42.1392 | Caratinga/MG | 2018, 2023 | 77 até 269 |
| -19.5394 | -40.6306 | Colatina/ES | 2024 | 88 |
| -21.5878 | -43.2656 | Coronel Pacheco/MG | 2024 | 170 |
| -10.1256 | -36.1756 | Coruripe/AL | 2024 | 181 |
| -14.78889 | -39.04944 | Ilhéus/BA | 2015, 2021 | 167 até 239 |
| -23.43129 | -47.60734 | Iperó/SP | 2003 | 187 |
| -15.1914 | -39.4953 | Jussara/BA | 2023 | 255 |
| -22.56 | -47.4 | Limeira/SP | 2024 | 94 |
| -19.3911 | -40.0722 | Linhares/ES | 2024 | 189 |
| -21.57003 | -47.73392 | Luís Antônio/SP | 2020, 2024 | 101 até 219 |
| -20.3778 | -43.4161 | Mariana/MG | 2024 | 228 |
| -19.3317 | -45.2369 | Martinho Campos/MG | 2014 | 246 |
| -22.92451 | -47.66058 | Mombuca _{SP} | 2003 | 173 |
| -22.69489 | -46.66849 | Monte Alegre do Sul/SP | 2024 | 47 |
| -19.37622 | -44.4512 | Paraopeba/MG | 2022, 2024 | 235 até 285 |
| -21.22 | -48.91778 | Pindorama/SP | 2024 | 226 |
| -21.16778 | -47.86583 | Ribeirão Preto/SP | 2020 | 136 |
| -9.47833 | -35.8533 | Rio Largo/AL | 2024 | 155 |
| -22.6 | -46.91 | Santo Antônio de Posse/SP | 2003 | 233 |
| -21.31861 | -41.10111 | S. Franc. de Itabapoana/RJ | 2022 | 77 |
| -21.3575 | -41.9425 | São José de Ubá/RJ | 2022 | 124 |
| -8.03067 | -35.19075 | São Lourenço da Mata/PE | 2016 | 202 |
| -22.72667 | -42.11389 | São Pedro da Aldeia/RJ | 2003, 2006, 2009, 2024 | 257 até 298 |
| -21.6253 | -47.2125 | Tambaú/SP | 2010, 2024 | 212 até 294 |
| -20.9047 | -42.0228 | Tombos/MG | 2010 | 202 |
| -14.5931 | -39.2844 | Uruçuca/BA | 2016 | 242 |
| -22.35 | -43.71667 | Valença/RJ | 2024 | 40 |
| -7.08333 | -48.15 | Wanderlândia/TO | 2024 | 247 |

Também podemos observar esses dados visualmente no mapa do Brasil, através da figura 2 a seguir:



Figura 2: Registro das árvores potencialmente em risco

Conforme apresentado na tabela 1 e na figura 1, foram localizadas 35 árvores de *Cariniana legalis* próximas do locais onde ocorreram incêndios. Como nosso acervo apresenta 764 espécies ao longo do território nacional, isso equivale a mais ou menos 4.5% de plantas possivelmente atingidas.

Se compararmos a figura 1 (mapa com todas as 764 espécies ao longo do país) com a figura 2 (mapa com as 35 espécies possivelmente atingidas), percebe-se que os possíveis danos foram causados majoritariamente ao longo da costa leste do Brasil, indo de Santa Catarina até a Paraíba, incluindo também duas (02) árvores no Mato Grosso do Sul e uma (01) no Maranhão, não tendo sido registrados danos na costa norte (Rio Grande do Norte até o Pará), e com poucos danos na região centro-sul do país.

Não se sabe ao certo se as 35 árvores listadas foram, de fato, atingidas pelo fogo. A preocupação deste trabalho foi de levantar dados sobre a dispersão espacial de todas as espécies de *Cariniana legalis* registradas pelo sistema *SpeciesLink* e tentar inferir quais destas podem ter sido parcial ou totalmente danificadas pelos incêndios ao longo das últimas décadas.

Também é possível fazer uma análise das variáveis ambientais associadas à espécie *Cariniana legalis*.

Analisemos primeiramente toda a distribuição dos 764 exemplares encontrados no Brasil, conforme figura 3 a seguir:

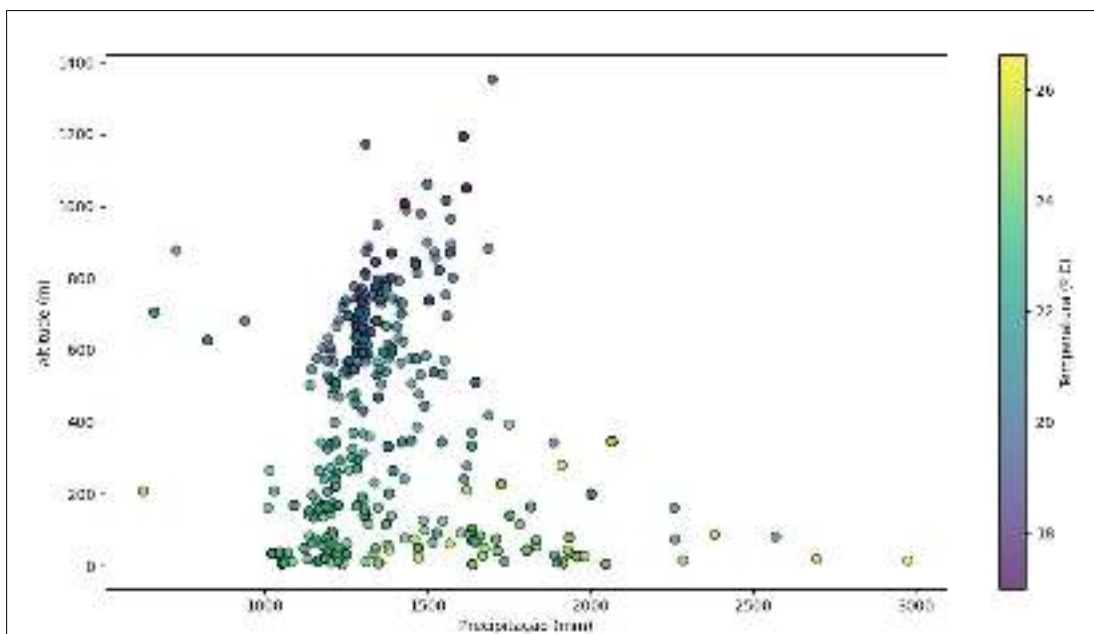


Figura 3: Relação entre as variáveis ambientais: temperatura, precipitação e altitude.

Como pode ser percebido, grande parte das árvores está em regiões com precipitação entre 1000 e 2000 mm anuais, com poucos exemplares em regiões com mais de 2000 mm anuais. Já em relação à temperatura, cerca de 200 plantas estão em áreas com temperaturas abaixo dos 20 °C, outras 300 estão em áreas entre 20 e 24 °C, e outras 200 estão em áreas acima dos 24 °C, o que mostra uma aparente resiliência dessa espécie para temperaturas variadas. Quanto à altitude, a grande parte está em regiões com até 1100 m acima do nível do mar.

Vejamos agora o comportamento das variáveis ambientais associados às plantas sob risco, conforme figura 4:

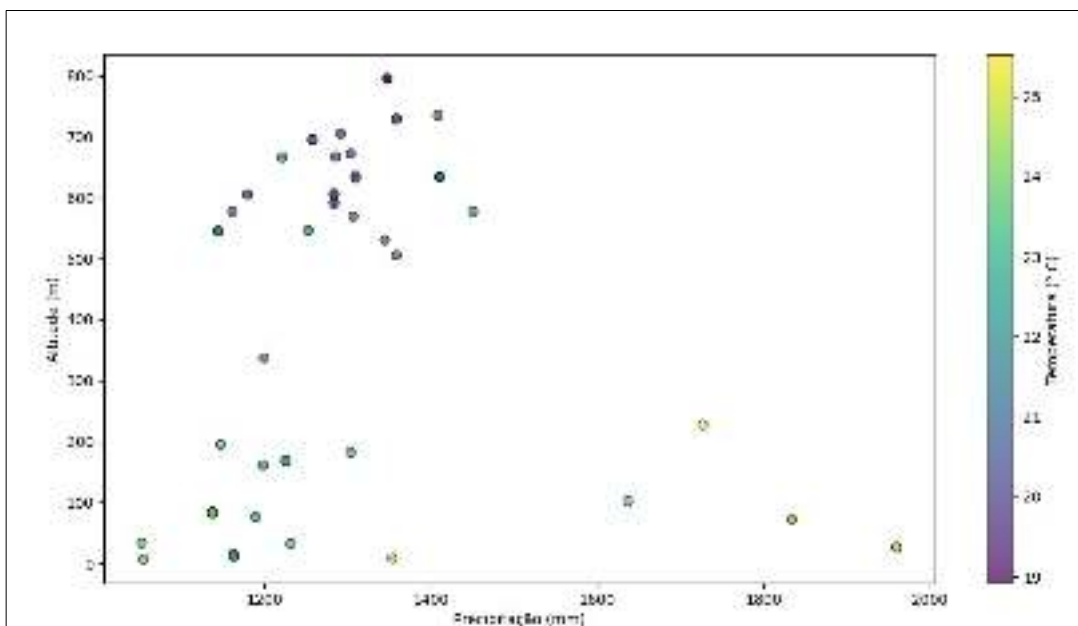


Figura 4: Relação entre as variáveis ambientais nas plantas ameaçadas

Nota-se que a maior parte dos registros de árvores ameaçadas pelo fogo estão em áreas de menor precipitação e temperatura, em altitudes variadas. Todavia, não há dados suficientes para determinar se há um padrão entre os locais de incêndio e as variáveis ambientais, ainda que, aparentemente, os locais mais frios tenham apresentado maiores quantidades de incêndios.

4 CONCLUSÃO

Controlar os incêndios florestais, sobretudo em grandes áreas, certamente não é uma tarefa fácil. Requer um grande esforço por parte das autoridades e o cuidado por parte da população em geral. Tampouco é fácil mapear cada árvore *Cariniana legalis* plantada no país.

Todavia, acreditamos ser importante fazer o mapeamento das árvores e dos incêndios, de modo a facilitar o gerenciamento da biodiversidade brasileira.

Para um futuro trabalho, pode-se pensar na utilização de imagens de satélites ou drones para fotografar os locais das coordenadas das plantas possivelmente impactadas, e verificar visualmente se de fato houve ou não danos às plantas em questão.

REFERÊNCIAS

Carvalho, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, Embrapa, 2003, 1044 p.

Fiedler, N. C. et al. Emissão de gases tóxicos em incêndios florestais. **Ciência Florestal**, V. 33, n. 3, p. . DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509862965>.

INPE (Instituto nacional de Pesquisas Espaciais). **Banco de Dados de queimadas**. Available from: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/queimadas/portal/dados-abertos/#da-focos>. Access on: 10 abr. 2024.

SiBBr (Sistema de Informação da Biodiversidade Brasileira). **Catálogo de Coleções Biológicas Científicas do Brasil**. Available from: <https://collectory.sibbr.gov.br/collectory/>. Acesso em: 15 dez. 2024.

SpeciesLink network. Disponível em: <https://specieslink.net>. Acesso em: 15 dez. 2024.

Tetto, A. F.; Batista, A. C. Soares, R. V. **Prevenção e combate a incêndios florestais**. Curitiba, Senar-PR, 2011, 76 p.