

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
MUSEU NACIONAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(BOTÂNICA)**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

200
a n o s



**EFEITOS DE GRADIENTES AMBIENTAIS NA RIQUEZA, ABUNDÂNCIA
E COMPOSIÇÃO DE SAPINDACEAE EM REMANESCENTES DE FLORESTA
ATLÂNTICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, BRASIL**

JOÃO GABRIEL GOMES VIANA

RIO DE JANEIRO
2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
MUSEU NACIONAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(BOTÂNICA)

**EFEITOS DE GRADIENTES AMBIENTAIS NA RIQUEZA, ABUNDÂNCIA E
COMPOSIÇÃO DE SAPINDACEAE EM REMANESCENTES DE FLORESTA
ATLÂNTICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, BRASIL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Botânica), Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Botânica).

Orientação: Dra. Genise Vieira Freire
Coorientação: Dr. Ivo Abraão Araújo da Silva

RIO DE JANEIRO
2024

**EFEITOS DE GRADIENTES AMBIENTAIS NA RIQUEZA, ABUNDÂNCIA E
COMPOSIÇÃO DE SAPINDACEAE EM REMANESCENTES DE FLORESTA
ATLÂNTICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, BRASIL**

JOÃO GABRIEL GOMES VIANA

Orientadores: Dra. Genise Vieira Freire & Dr. Ivo Abraão Araújo da Silva

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas (Botânica), Museu Nacional, da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Botânica).

Aprovada por

Presidente, Profa. Dra. Genise Vieira Freire

Prof. Dr. Thiago Azevedo Amorim

Prof. Dra. María Silvia Ferrucci

Membros Suplentes

Prof. Dra. Ana Theresa Araújo Rodarte – Suplente Interno

Prof. Dr. André Felipe Nunes Freitas – Suplente Externo

Rio de Janeiro
2024

CIP - Catalogação na Publicação

G614e Gomes Viana, João Gabriel
Efeitos de gradientes ambientais na riqueza,
abundância e composição de Sapindaceae em
remanescentes de floresta atlântica do estado do Rio
de Janeiro, Brasil / João Gabriel Gomes Viana. --
Rio de Janeiro, 2024.
65 f.

Orientadora: Genise Vieira Freire.
Coorientadora: Ivo Abraão Araújo da Silva.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do
Rio de Janeiro, Museu Nacional, Programa de Pós
Graduação em Ciências Biológicas (Botânica), 2024.

1. Florística. 2. Gradiente Ambiental. 3.
Sapindaceae. 4. Parque Estadual do Cunhambebe. I.
Vieira Freire, Genise, orient. II. Abraão Araújo da
Silva, Ivo, coorient. III. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação não teria sido possível sem o apoio incondicional e a colaboração de muitas pessoas e instituições.

Primeiramente, agradeço a minha orientadora, Genise Vieira Somner, por sua orientação, paciência, apoio e zelo para comigo ao longo de todo o processo. Sua expertise, conselhos e forma de ser foram fundamentais para a concretização deste trabalho e para aprimorar quem eu sou hoje, entregando este trabalho, se um dia eu tiver a oportunidade de ser professor, é em você que tomarei como norte.

Agradeço também ao meu coorientador, Ivo Abraão Araujo da Silva, a quem sou grato pela paciência e todo conhecimento ecológico compartilhado. Antes deste trabalho nada sabia, hoje entendo um pouco mais sobre a importância da ecologia e a paciência e resiliência para lidar com as ansiedades através do seu exemplo.

À minha família, por todo o amor, compreensão e incentivo ao longo desta caminhada. Aos meus pais, Euzinete Gomes Viana e Dário Viana de Oliveira, por acreditarem em mim e me apoiarem incondicionalmente em todos os momentos da minha vida. A minha maravilhosa esposa, Mariana Dalblon, pelo suporte e pela motivação diária, você é minha razão e minha maior companheira da vida, você é um exemplo de ser humano de forma geral, você me inspira, te amo.

Agradeço aos meus colegas de curso, pelo companheirismo, discussões construtivas e pelo apoio mútuo que tornaram esta jornada mais leve e enriquecedora.

Aos professores do programa de mestrado, por compartilharem seu conhecimento e por incentivarem o desenvolvimento de um pensamento crítico e inovador. Seus ensinamentos foram essenciais para a minha formação acadêmica.

Sou grato ao Museu Nacional/UFRJ, por fornecer os recursos e o ambiente necessários para a realização da pesquisa. E a toda equipe e infraestrutura do herbário da UFRRJ, onde utilizei como complemento para a realização do meu trabalho.

Em se tratando do herbário da UFRRJ, não poderia deixar de agradecer aos meus colegas, Iara, Sérgio, Dudu e todos os outros, pelo tempo e esforços doados a este trabalho na realização

das campanhas e determinações das coletas realizadas, sem vocês este trabalho nunca teria sido possível.

Agradeço ao Programa de Pós-graduação em Botânica do Museu Nacional, e a todo o corpo administrativo e discente. Vocês foram maravilhosos e sempre muito prestativos.

Ao Instituto Estadual do Ambiente (INEA) por todo o suporte dado em toda a caminhada deste trabalho. Principalmente pela autorização de coleta emitido com nº 064/2021 mas também por toda infraestrutura do alojamento e toda a equipe técnica e administrativa do local, foram pessoas incríveis e pró-ativas que me ajudaram demais neste trabalho.

Por fim, agradeço à CAPES, pela bolsa concedida, sem a qual esta pesquisa não teria sido possível.

A todos, o meu mais sincero agradecimento.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----|
| 1. INTRODUÇÃO GERAL | xiv |
| 2. ÁREA DE ESTUDO | 4 |
| 3. LITERATURA CITADA | 7 |
| CAPÍTULO I..... | 11 |
| RESUMO | 12 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 14 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 15 |
| 2.1. AMOSTRAGEM, COLETA DE DADOS, HERBORIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL | 15 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 17 |
| 4. CONCLUSÕES | 28 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 28 |
| CAPÍTULO II..... | 34 |
| RESUMO | 35 |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 37 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 38 |
| 2.1. AMOSTRAGEM, COLETA DE DADOS | 38 |
| 2.2. ANÁLISE DOS DADOS..... | 41 |
| 2.3. ESPÉCIES INDICADORAS | 43 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 43 |
| 4. CONCLUSÃO..... | 60 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 61 |
| 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 65 |

LISTA DE SIGLAS

CAPÍTULO I: Sapindaceae em remanescentes de Floresta Atlântica do Parque Estadual do Cunhambebe/RJ: florística, distribuição geográfica e conservação

APA de Macaé de Cima - Área de Proteção Ambiental de Macaé de Cima

INEA – Instituto Estadual do Ambiente

IZMA - Instituto Zoobotânico de Morro Azul

PC – Pedra Chata

PEC – Parque Estadual do Cunhambebe

PEIG - Parque Estadual de Ilha Grande

PNI - Parque Nacional de Itatiaia

PNT - Parque Nacional da Tijuca

PARNASO - Parque Nacional da Serra dos Órgãos

PNMC - Parque Natural Municipal do Curió

REBIO Tinguá - Reserva Biológica do Tinguá

RERP – Reserva Ecológica de Rio das Pedras

SEA - Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade, RJ

UC - Unidade de Conservação

CAPÍTULO II: Análise da família Sapindaceae em resposta a gradientes ambientais no Parque Estadual do Cunhambebe, estado do Rio de Janeiro, Brasil

MDE – Mid domain Effect

PEC – Parque Estadual do Cunhambebe

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

HO – Heterogeneidade Homogênea

HE – Heterogeneidade Heterogênea

IN – Heterogeneidade Intermediária

USGS - United States Geological Survey

NIR – Near Infrared

RED – Red Band

NDVI – Normalized Difference Vegetation Index

NDWI – Normalized Difference Water Index

QGIS – Quantum GIS

GLMMS – Generalized Mixed Models

PCA – Análise de Componentes Principais

CCA – Análise de Correspondência Canônica

TWINSPAN – Two-Way Indicator Species Analysis

EN – Espécie classificada “Em Perigo”

VU – Espécie classificada “Vulnerável”

FIGURAS

ÁREA DE ESTUDO

Figura 1: Mapa de localização do Parque Estadual do Cunhambebe (verde), estado do Rio de Janeiro, Brasil (Fonte: Google Maps, 2024; QGIS, 2024)5

Figura 2: Mapa de localização da Reserva Ecológica de Rio das Pedras e Pedra Chata, no Parque Estadual do Cunhambebe (verde), estado do Rio de Janeiro, Brasil (Fonte: Google Maps, 2024; QGIS, 2024)..... 5

Figura 3: Mapa de localização das áreas de amostragem percorridas na Pedra Chata, no Parque Estadual do Cunhambebe, Rio Claro, estado do Rio de Janeiro, Brasil (Fonte: Google Maps, 2024; QGIS, 2024). 6

Figura 4: Mapa de localização das áreas de amostragem percorridas na Reserva Ecológica de Rio das Pedras, no Parque Estadual do Cunhambebe, Mangaratiba, estado do Rio de Janeiro, Brasil (Fonte: Google Maps, 2024; QGIS, 2024).....6

CAPÍTULO I: Sapindaceae em remanescentes de Floresta Atlântica do Parque Estadual do Cunhambebe/RJ: florística, distribuição geográfica e conservação

Figura 5: Tipos de formações vegetacionais ocorrentes na Reserva Ecológica de Rio das Pedras, Parque Estadual do Cunhambebe, Rio de Janeiro, Brasil: a, b - Floresta Ombrófila de Terras Baixas; c, d - Floresta Ombrófila Sub-montana; g-m, Pedra Chata (PC), sendo i, k, l, Florestal Ombrófila Densa Sub-montana, g, h, j, m, Florestal Ombrófila Densa Montana. 20

Figura 6: Tipos de formações vegetacionais ocorrentes na Pedra Chata, Reserva Ecológica de Rio das Pedras, Parque Estadual do Cunhambebe, Rio de Janeiro, Brasil: a, b - Florestal Ombrófila Densa Sub-montana; c, d - Florestal Ombrófila Densa Montana. 21

Figura 7: Número de espécies por gênero da família Sapindaceae encontradas na Reserva Ecológica de Rio das Pedras e na Pedra Chata, no Parque Estadual do Cunhambebe, no estado do Rio de Janeiro, Brasil. 22

Figura 8: Riqueza total de espécies (preto) e espécies exclusivas (cinza) da família Sapindaceae ocorrentes nas formações vegetacionais da Reserva Ecológica de Rio das Pedras e Pedra Chata, localizadas no Parque Estadual do Cunhambebe, no estado do Rio de Janeiro, Brasil. FODTB

= Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas; FODS = Floresta Ombrófila Densa Submontana; FODM = Floresta Ombrófila Densa Montana..... 23

Figura 9: Número de espécies da família Sapindaceae, por gênero que ocorrem nas áreas da Reserva Ecológica de Rio das Pedras e Pedra Chata, localizadas no Parque Estadual do Cunhambebe, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. 23

Figura 10: Espécies encontradas na Pedra Chata (PC) e a Reserva Ecológica de Rio das Pedras (RERP), Parque Estadual do Cunhambebe (PEC), Rio de Janeiro, Brasil. a-b. *Allophylus petiolulatus*; c-d. *Cupania oblongifolia*; e-g. *Cupania racemosa*. Fotos: Viana, J.G.G.; Santos, I.M.P.; Somner, G.V..... 26

Figura 11: Espécies encontradas na Pedra Chata (PC) e a Reserva Ecológica de Rio das Pedras (RERP), Parque Estadual do Cunhambebe (PEC), Rio de Janeiro, Brasil. a. *Paullinia carpopoda*; b. *Paullinia elegans*; c. *Paullinia meliifolia*; d. *Paullinia rubiginosa*; e. *Serjania corrugata*; f. *Serjania communis*; g. *Serjania cuspidata*; h. *Urvilea stipitata*. Fotos: Viana, J.G.G.; Santos, I.M.P.; Somner, G.V..... 27

CAPÍTULO II: Análise da família Sapindaceae em resposta a gradientes ambientais no Parque Estadual do Cunhambebe, estado do Rio de Janeiro, Brasi

Figura 12: Relação entre a qualidade florestal, expressa em NDVI, e o estágio de sucessão florestal das áreas de coleta de Sapindaceae localizadas nos municípios de Mangaratiba e Rio Claro, Rio de Janeiro, Brasil..... 42

Figura 13: Curva de dominância das espécies coletadas nas áreas de estudo, com base na abundância acumulada dos indivíduos de Sapindaceae nas áreas de coleta localizadas nos municípios de Mangaratiba e Rio Claro, Rio de Janeiro, Brasil. 45

Figura 14: Riqueza total de espécies (preto) e espécies exclusivas (cinza) da família Sapindaceae ocorrentes na Reserva Ecológica de Rio das Pedras e Pedra Chata, localizadas no Parque Estadual do Cunhambebe, no estado do Rio de Janeiro..... 47

Figura 15: Influência da heterogeneidade ambiental ($WS = 128,94$ e $p < 0,001$) na riqueza de espécies de Sapindaceae em áreas de coleta localizadas nos municípios de Mangaratiba e Rio Claro, Rio de Janeiro, Brasil..... 48

| | |
|--|----|
| Figura 16:Influência da heterogeneidade ambiental ($WS= 128,94$ e $p < 0,001$) na abundância de indivíduos de Sapindaceae em áreas de coleta localizadas nos municípios de Mangaratiba e Rio Claro, Rio de Janeiro, Brasil..... | 48 |
| Figura 17:Análise de Cluster, baseada no índice de Bray-Curtis, evidenciando a formação de grupos de faixas altitudinais por afinidade de composição de espécies de Sapindaceae nas áreas de coleta localizadas nos municípios de Mangaratiba e Rio Claro, Rio de Janeiro, Brasil..... | 51 |
| Figura 18:Análise de Componentes Principais evidenciando o gradiente de distribuição das faixas altitudinais por afinidade de composição de espécies de Sapindaceae nas áreas de coleta localizadas nos municípios de Mangaratiba e Rio Claro, Rio de Janeiro, Brasil..... | 52 |
| Figura 19:Gradiente de distribuição das espécies de Sapindaceae, baseado na Análise de Componentes Principais, a partir da ocorrência em diferentes faixas de altitude nas áreas de coleta localizadas nos municípios de Mangaratiba e Rio Claro, Rio de Janeiro, Brasil. | 53 |
| Figura 20:Gradiente de distribuição das espécies de Sapindaceae, baseado na Análise de Correspondência Canônica, a partir da ocorrência em diferentes faixas de altitude nas áreas de coleta localizadas nos municípios de Mangaratiba e Rio Claro, Rio de Janeiro, Brasil. | 55 |
| Figura 21: Gradiente de relação das faixas de altitude, baseado na Análise de Correspondência Canônica, a partir do compartilhamento de espécies de Sapindaceae nas áreas de coleta localizadas nos municípios de Mangaratiba e Rio Claro, Rio de Janeiro, Brasil..... | 57 |

TABELAS

CAPÍTULO I: Sapindaceae em remanescentes de Floresta Atlântica do Parque Estadual do Cunhambebe/RJ: florística, distribuição geográfica e conservação

Tabela 1: Riqueza de espécies registradas no Parque Estadual do Cunhambebe com indicação do táxon, hábito, formação vegetacional e voucher. Foram utilizadas as seguintes abreviaturas para as formações vegetacionais: AA: Área Antropizada; C: Campinarana; CA: Caatinga; CE: Cerrado; CL: Campo Limpo; CR: Campo Rupestre; FI: Floresta de Igapó; FC: Floresta Ciliar; FED: Floresta Estacional Decidual; FES: Floresta Estacional Semidecidual; FTF: Floresta de Terra Firme; FV: Floresta de Várzea, FO: Floresta Ombrófila; R: Restinga; AF: Vegetação em Afloramento Rochoso. (FLORA e FUNGA DO BRASIL, 2023; SOMNER & FERRUCCI, 2009 b)..... 17

Tabela 2: Ocorrência e abundância, em porcentagem, das espécies de Sapindaceae nas duas áreas de amostragem: Reserva Ecológica Rio das Pedras (RERP) e Pedra Chata (PC), no Parque Estadual do Cunhambebe, Estado do Rio de Janeiro, Brasil..... 24

CAPÍTULO II: Análise da família Sapindaceae em resposta a gradientes ambientais no Parque Estadual do Cunhambebe, estado do Rio de Janeiro, Brasi

Tabela 3: Riqueza e abundância de espécies registradas no Parque Estadual do Cunhambebe com indicação do hábito, número de espécimes e faixas de altitude (Flora e Funga do Brasil, 2023; Somner & Ferrucci, 2009)..... 43

Tabela 4: Quadro estatístico para as variáveis “Qualidade Florestal – NDVI” e “Heterogeneidade Ambiental” com relação as variáveis Riqueza e Abundância. 47

Tabela 5: Resultado da análise de espécies indicadoras por faixa de altitude no PEC. 59

EFEITOS DE GRADIENTES AMBIENTAIS NA RIQUEZA, ABUNDÂNCIA E COMPOSIÇÃO DE SAPINDACEAE EM REMANESCENTES DE FLORESTA ATLÂNTICA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO, BRASIL

João Gabriel Gomes Viana

Orientadores: Dra. Genise Vieira Freire & Dr. Ivo Abraão Araujo da Silva

Resumo da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Botânica, Museu Nacional, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas (Botânica).

RESUMO:

A família Sapindaceae, composta por 144 gêneros e 1900 espécies, é amplamente distribuída em regiões tropicais e subtropicais, desempenhando um papel vital na ecologia das florestas neotropicais. No Brasil, a família é representada por 31 gêneros e 439 espécies, muitas das quais são endêmicas e possuem importância ecológica e econômica. Estudos detalhados sobre a distribuição e diversidade dessas espécies são cruciais para a conservação da biodiversidade, especialmente em biomas ameaçados como a Mata Atlântica. A dissertação foca no estudo das Sapindaceae no Parque Estadual do Cunhambebe (PEC), no Rio de Janeiro, dividida em dois capítulos. O primeiro capítulo apresenta um inventário florístico da família em duas áreas do PEC: a Reserva Ecológica Rio das Pedras (RERP) e a área da Pedra Chata (PC). Utilizando o método de Caminhamento, foram coletados dados ao longo de trilhas, identificando 33 espécies em sete gêneros, com destaque para *Serjania* e *Paullinia*. A Floresta Ombrófila Densa Submontana (FODS) teve a maior riqueza de espécies, seguida pela Floresta Ombrófila Densa Montana (FODM). Das espécies identificadas, 17 são endêmicas do Brasil e três exclusivas da Mata Atlântica, incluindo duas ameaçadas de extinção. Comparações com outras áreas de conservação indicaram alta similaridade, reforçando a relevância do PEC na preservação da biodiversidade. O segundo capítulo investiga a distribuição das Sapindaceae em gradientes altitudinais no PEC, relacionando-as a fatores ambientais. As altitudes variam de 21 m a 702 m na RERP e de 576 m a 1518 m na PC. Coletas mensais registraram dados sobre microhabitats, habitats e características ambientais. Análises de Análise de Componentes Principais (PCA) e Análise de Correspondência Canônica (CCA) identificaram padrões de distribuição ligados à luminosidade e umidade, destacando a qualidade florestal medida pelo NDVI e a heterogeneidade ambiental como fatores determinantes para a composição da família. Os resultados revelam uma rica diversidade de Sapindaceae no PEC. A presença de espécies endêmicas e ameaçadas destaca a importância do parque para a conservação. A análise dos gradientes altitudinais mostrou que variáveis como luminosidade, umidade e qualidade florestal influenciam a composição da família, tanto na abundância quanto na riqueza. Esses achados enfatizam a necessidade de mais estudos científicos sobre a flora da PEC, buscando estratégias eficazes de conservação e manejo. Além de contribuir para o entendimento da flora da Mata Atlântica, principalmente das Sapindaceae, em relação as variáveis ambientais, tornando possível uma melhor percepção da dinâmica da família.

EFFECT OF ALTITUDINAL GRADIENTS ON THE COMPOSITION AND RICHNESS OF SAPINDACEAE IN A STRETCH OF ATLANTIC FOREST IN THE STATE OF RIO DE JANEIRO, BRAZIL

João Gabriel Gomes Viana

Advisors: Dra. Genise Vieira Freire & Dr. Ivo Abraão Araujo da Silva

Abstract of the Master's Dissertation submitted to the Graduate Program in Botany, National Museum, Federal University of Rio de Janeiro – UFRJ, as part of the requirements for obtaining the degree of Master in Biological Sciences (Botany).

ABSTRACT

The Sapindaceae family, comprising 144 genera and 1,900 species, is widely distributed across tropical and subtropical regions, playing a vital role in the ecology of neotropical forests. In Brazil, the family is represented by 31 genera and 439 species, many of which are endemic and possess ecological and economic importance. Detailed studies on the distribution and diversity of these species are essential for biodiversity conservation, especially in threatened biomes like the Atlantic Forest. This dissertation focuses on studying the Sapindaceae in the Parque Estadual do Cunhambebe (PEC), Rio de Janeiro, divided into two chapters. The first chapter presents a floristic inventory of the family in two areas of the PEC: the Reserva Ecológica de Rio das Pedras (RERP) and the Pedra Chata (PC) area. Using the Transect Walk method, data were collected along trails, identifying 33 species in seven genera, with *Serjania* and *Paullinia* being particularly prominent. The Submontane Ombrophilous Dense Forest (FODS) exhibited the highest species richness, followed by the Montane Ombrophilous Dense Forest (FODM). Of the identified species, 17 are endemic to Brazil, and three are exclusive to the Atlantic Forest, including two that are threatened with extinction. Comparisons with other conservation areas indicated high similarity, reinforcing the importance of PEC in biodiversity preservation. The second chapter investigates the distribution of Sapindaceae across altitudinal gradients in the PEC, relating them to environmental factors. Altitudes range from 21 m to 702 m in the RERP and from 576 m to 1,518 m in the PC. Monthly collections recorded data on microhabitats, habitats, and environmental characteristics. Principal Component Analysis (PCA) and Canonical Correspondence Analysis (CCA) identified distribution patterns linked to light availability and humidity, with forest quality measured by NDVI and environmental heterogeneity as key factors determining species composition. The results reveal a rich diversity of Sapindaceae in PEC. The presence of endemic and threatened species underscores the park's importance for conservation. Analysis of altitudinal gradients showed that variables such as light availability, humidity, and forest quality influence the family's composition, both in abundance and richness. These findings emphasize the need for further scientific studies on PEC's flora, aiming for effective conservation and management strategies. Moreover, this research contributes to the understanding of Atlantic Forest flora, particularly Sapindaceae, in relation to environmental variables, providing a clearer insight into the family's dynamics.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A família Sapindaceae engloba um total de 147 gêneros e 1900 espécies, apresenta ampla distribuição geográfica e ocorre predominantemente nas regiões tropicais e subtropicais. No Brasil está representada por 32 gêneros e 436 espécies, que ocorrem nos seguintes domínios fitogeográficos: Amazônia (241 spp.), Caatinga (54 spp.), Cerrado (132 spp.), Pampas (10 spp.), Pantanal (40 spp.) e Mata Atlântica (204 spp.), em diferentes formações vegetais principalmente em áreas florestais (Flora e Funga do Brasil, 2024). Seus representantes podem variar de árvores, arbustos a lianas e, em menor frequência, trepadeiras herbáceas (SOMNER et al, 2009; ACEVEDO-RODRÍGUEZ, 2011; SOMNER, et al., 2014).

Além de sua relevância na composição da flora mundial e brasileira e de sua ampla distribuição, a família Sapindaceae também se destaca por sua importância ecológica, desempenhando um papel importante na ecologia das florestas neotropicais, pois suas sementes ariladas e flores nectaríferas são uma importante fonte de energia tanto para aves frugívoras quanto para uma grande variedade de insetos (ACEVEDO-RODRÍGUEZ, 1993; FRAZÃO & SOMNER, 2009; LIMA et al. 2016; GALINDO-GONZÁLEZ et al., 2000).

Algumas espécies de Sapindaceae destacam-se também na alimentação: o guaraná, *Paullinia cupana* H.B.K. (HAMERSKI, 2013), pitomba-do-norte, *Talisia esculenta* (A. St.-Hil.) Radlk. (SOMNER, FERRUCCI & ROSA, 2009) e três-folhas-do-mato, *Allophylus edulis* (A. St.-Hil. Et al.) Hieron. ex Niederl (FERRUCCI, SOMNER & ROSA, 2009). Outras espécies de valor medicinal como *Sapindus saponaria* L., são usadas como tônicos e combatem crises eméticas, sarnas, epilepsia, histeria, asma e enxaqueca, além de suas folhas serem utilizadas para curar ferimentos causados por cobras, *Matayba elaeagnoides* Raldk. auxilia na moderação do apetite, estímulo sexual e doenças respiratórias como tosse e bronquite (RONCHI, et al., 2017). Ainda existem várias espécies de lianas dos gêneros *Paullinia* e *Serjania*, chamadas vulgarmente de tinguis e timbós, que são usadas pelos índios para tinguijar peixes (PIO CORRÊA & PENNA 1975; REITZ, 1980, SOMNER, et al., 2014), além dos caules de *Paullinia trigonia* Vell., *Serjania caracasana* (Jacq.) Willd. e *S. multiflora* Cambess. serem utilizadas em artesanato (TAMIO, 2011).

O Estado do Rio de Janeiro possui 134 espécies de Sapindaceae incluídas em 20 gêneros (Flora e Funga do Brasil, 2024), onde foram registradas mais da metade do número de espécies encontradas na Floresta Atlântica (SOMNER et al, 2020). Segundo o estudo realizado por Ribeiro e seus colaboradores (2009), esta fitofisionomia continua a sofrer intenso processo de desmatamento e detêm uma cobertura original que varia entre 11,4% e 16%, com altos índices

de endemismo de espécies, sendo considerado um dos cinco principais *hotspots* mundiais de prioridade para conservação (TANIZAKI-FONSECA & MOULTON, 2000; MITTERMEIER et al., 2005, MYERS et al., 2000; SOS MATA ATLÂNTICA, 2016).

No Estado do Rio de Janeiro, preservam-se atualmente fragmentos contínuos de floresta, variando em tamanho, sendo algumas delas localizados em áreas montanhosas com altitude inferior ou superior a 500 m. Cerca da metade dessas áreas são protegidas em sua maioria por Unidades de Conservação-UCs (ROCHA et al., 2003; FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INPE, 2021). Nessas regiões de altitudes elevadas, é fundamental conduzir estudos para compreender o impacto das mudanças ambientais e climáticas na biodiversidade. Em áreas com grandes variações de altitude, é comum encontrar uma diversidade de habitats, o que resulta em uma ampla variedade de espécies (BECKAGE et al, 2008; BORGES et al, 2011; ASSIS e MATOS, 2016). Contudo, ao se analisar os estudos na Floresta Atlântica, especialmente em zonas montanhosas, enfrenta-se desafios consideráveis devido à dificuldade de se obter informações precisas sobre as áreas que demandam maior atenção com relação a sua interação com o ambiente (CARNEIRO e VALERIANO, 2003).

A riqueza das espécies de Sapindaceae na Floresta Atlântica tem sido foco de várias pesquisas (SOMNER, 1997; SOMNER, 2001; LIMA et al., 2006; BARROS, 2008; SOMNER, et al., 2009; SANTO, 2014; FRAZÃO e SOMNER, 2016; FARIA et al. 2022, SOMNER, 2022). No entanto, há uma escassez de estudos científicos disponíveis sobre a relação destas espécies com o ambiente, considerando-se tanto os fatores bióticos quanto abióticos (BUTT et al, 2008; ADEYEMI et al, 2012; HAGEER et al, 2017). Neste sentido, o mesmo acontece quando a análise do estudo é para determinar a influência de fatores ambientais sobre outras famílias botânicas, onde os trabalhos também são raros, exceção para o grupo das orquídeas, bromélias e palmeiras, que apresentam um vasto registro de estudos neste campo da ciência devido à grande influência que o ambiente exerce na reprodução dos mesmos e suas relações específicas com os animais (TUOMISTO e RUOKOLAINEN, 1994; TUOMISTO et al, 2002; WATKINS et al, 2006; COSTA, 2014; ZHANG et al, 2015; GONÇALVEZ, 2016). Este modelo de pesquisa, pode fornecer dados e resultados relevantes que apontam locais de ocorrência, fatores determinantes para distribuição das espécies e sua reprodução, revelando suas diferentes exigências ambientais em relação a parâmetros como altitude, condições microclimáticas, qualidade florestal, estágio sucessional e antropização (ZHAO et al., 2005; WATKINS et al., 2006; JOLY et al., 2012).

Essas informações são essenciais tanto no âmbito da conservação das Sapindaceae, e de outras famílias botânicas, quanto na articulação de critérios para o manejo e estabelecimento de

áreas com prioridades de proteção (REGINATO e GOLDENBERG, 2007), já que os fragmentos de vegetação possuem diferentes níveis de conexões entre si e formam corredores de biodiversidade, que conectam áreas protegidas à fragmentos florestais (TABARELLI et al., 2005; ROCHA et al., 2003; RIBEIRO et al., 2009), como ocorre principalmente em UCs do estado do Rio de Janeiro, como o Parque Estadual do Cunhambebe (PEC).

Situado no estado do Rio de Janeiro, o PEC tem uma importância fundamental no corredor ecológico Tinguá-Bocaína, sendo a segunda maior zona de proteção integral de gestão do estado. Sua posição estratégica como ligação entre áreas de conservação e trechos de floresta, possibilita o fluxo gênico, deslocamento da fauna, restabelecimento de áreas degradadas e dispersão de sementes (INE, 2015, BARBOSA e SOUZA, 2018).

A fim de conservar efetivamente as espécies e os habitats, é essencial obter um conhecimento aprofundado da biodiversidade e realizar avaliações das condições em que as espécies são encontradas. Um passo fundamental nesse processo é realizar estudos florísticos para compreender os ecossistemas. No entanto, apesar da presença abundante das Sapindaceae no estado do Rio de Janeiro, ainda existem lacunas de informações sobre essa família em UCs, inclusive no Parque Estadual do Cunhambebe (PEC). Assim sendo, a falta de conhecimento acerca da biologia, diversidade, distribuição geográfica e interações ecológicas das espécies da família Sapindaceae, se torna um entrave para o planejamento e a tomada de decisões estratégicas visando à preservação dessas espécies. Nesse sentido, o presente estudo teve como propósito realizar o levantamento das espécies da família Sapindaceae em duas áreas remanescentes de Floresta Atlântica, ampliando o conhecimento sobre a família no PEC e, conseqüentemente, na flora do estado do Rio de Janeiro, além de investigar como a riqueza, a abundância e a composição das espécies da família variam em resposta aos gradientes ambientais.

Neste contexto, esta dissertação está organizada em dois capítulos: o primeiro, intitulado “Sapindaceae em Remanescentes de Floresta Atlântica do Parque Estadual do Cunhambebe/RJ: Florística, Distribuição Geográfica e Conservação”, onde realizou-se o levantamento florístico das Sapindaceae, discutindo a distribuição geográfica, além do grau de endemismo e status de ameaça dos táxons que ocorrem no PEC. O segundo capítulo “Análise da Família Sapindaceae em Resposta a Gradientes Ambientais no Parque Estadual do Cunhambebe, Estado do Rio de Janeiro, Brasil” teve como base o levantamento florístico realizado no capítulo I, onde foram analisadas as seguintes variáveis ambientais: altitude, heterogeneidade, luminosidade, qualidade florestal (NDVI), sucessão ecológica e umidade, as quais exercem influência na riqueza, abundância, diversidade e composição das espécies.

2. ÁREA DE ESTUDO

O Parque Estadual do Cunhambebe (PEC) criado pelo Decreto Estadual 41.358/2008, está localizado entre as coordenadas 22 46' 10" S, 23 03' 01" S, 44 21' 40" W e 43 52' 60" W, possui uma área de 38.053 ha, com perímetro de 463,23 km, abrangendo parte dos municípios de Angra dos Reis, Rio Claro, Mangaratiba e Itaguaí. É considerado a segunda maior área de proteção integral do estado do Rio de Janeiro, sob gestão do mesmo, estendendo-se pelas serras das regiões da Costa Verde e do Médio Paraíba, onde percorre o trecho sul da Serra do Mar até o município de Itaguaí e avança pelo interior até a Represa de Ribeirão das Lajes (INEA, 2015).

A partir de observações de imagens de satélite e consultas em banco de dados virtuais sobre o PEC, buscou-se por áreas que 1) valorizassem a vegetação nativa, 2) que apresentassem potenciais de conservação de espécies, 3) não houvesse coletas aprofundadas e estudos botânicos acerca das Sapindaceae. De acordo com as características selecionadas acima para a execução da pesquisa, foram determinadas duas áreas para o estudo: Pedra Chata (PC) e Reserva Ecológica Rio das Pedras (RERP).

Pedra Chata situa-se no distrito de Lídice em Rio Claro/RJ (Figura 1), a Reserva Rio das Pedras localiza-se no distrito de Conceição de Jacareí em Mangaratiba/RJ (Figura 2), estando as duas regiões a 20 km de distância entre si. Após análise das imagens de satélite, foi delimitada uma paisagem geográfica dentro da qual foram selecionadas as duas áreas de estudo. O objetivo foi trabalhar com remanescentes de florestas submetidos a condições climáticas similares e que houvesse uma conectividade florestal entre si. Essas premissas foram importantes, uma vez que fatores como regime climático e isolamento geográfico não foram analisados nesta pesquisa. A essas duas áreas selecionadas dentro da mesma paisagem, foram realizadas visitas técnicas de reconhecimento para o desenvolvimento da pesquisa. No total, foi analisado um gradiente ambiental cuja altitude variou de 20 a 1518 metros. Até os primeiros 702 metros, a região amostrada correspondeu a RERP, sendo os 100 metros iniciais fortemente influenciados por visitas frequentes de turistas. Já para a PC as coletas corresponderam à faixa dos 576 aos 1518 metros, cujos 200 metros iniciais correspondem as áreas abertas de pastagem e também algumas áreas residenciais. Nota-se que há sobreposição altitudinal entre PC e RERP, nas faixas entre 576 e 702 metros.

As formações vegetacionais da área de estudo, ao longo do gradiente altitudinal, foram categorizadas segundo o sistema de classificação proposto por Veloso et al. (1991), que são: Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas (FODTB) (5-50 m altitude), Floresta Ombrófila Densa Submontana (FODS) (50-500 m altitude) e Floresta Ombrófila Densa Montana (FODM) (500-1500 m altitude).

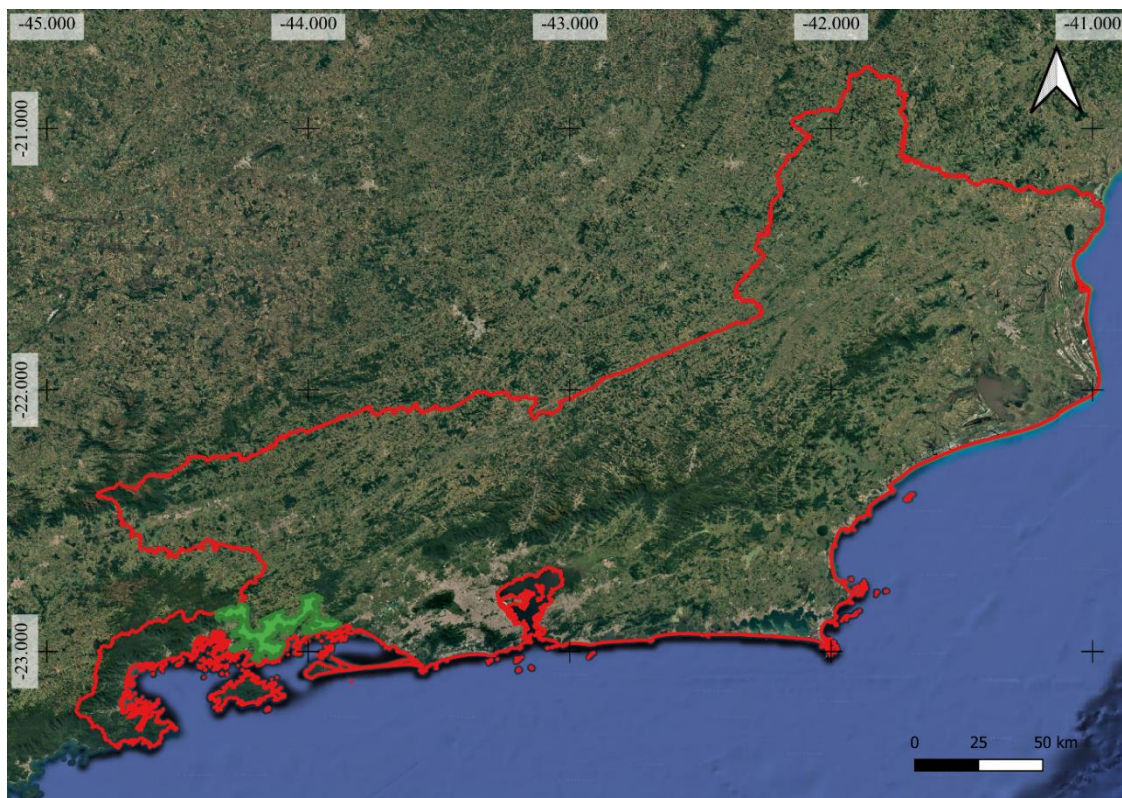


Figura 1: Mapa de localização do Parque Estadual do Cunhambebe (verde), estado do Rio de Janeiro, Brasil (Fonte: Google Maps, 2024; QGIS, 2024)

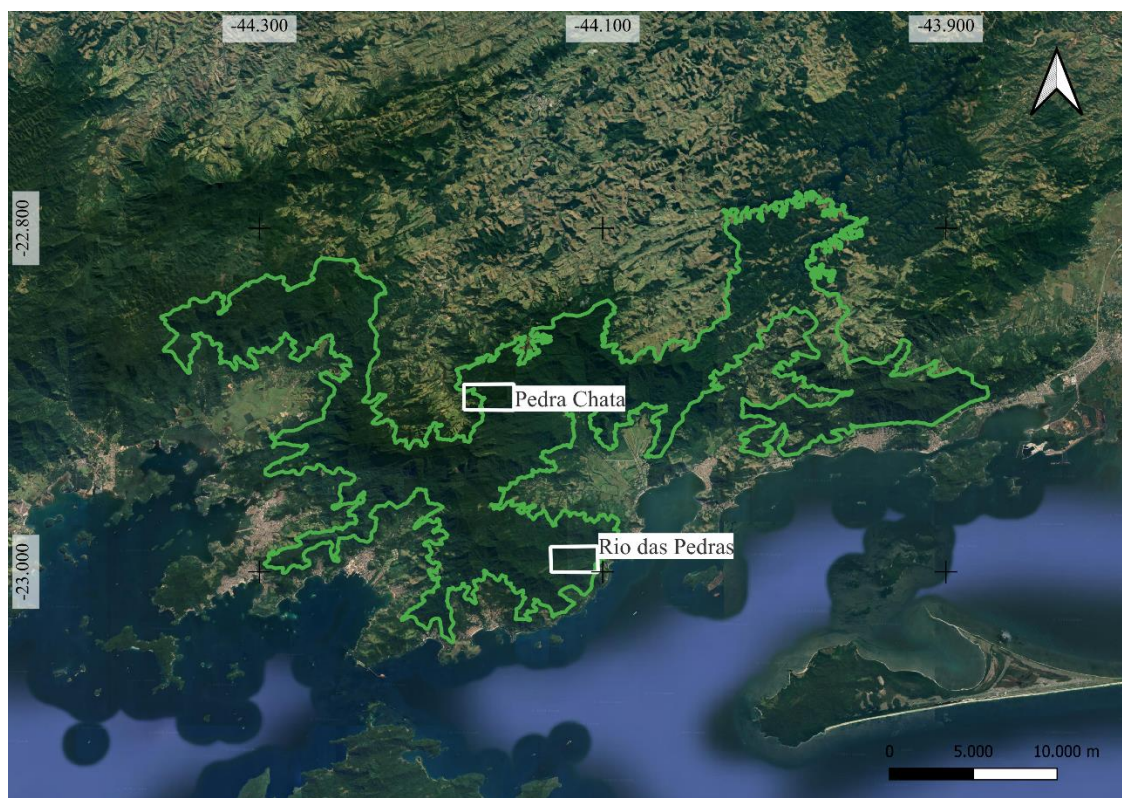


Figura 2: Mapa de localização da Reserva Ecológica de Rio das Pedras e Pedra Chata, no Parque Estadual do Cunhambebe (verde), estado do Rio de Janeiro, Brasil (Fonte: Google Maps, 2024; QGIS, 2024)

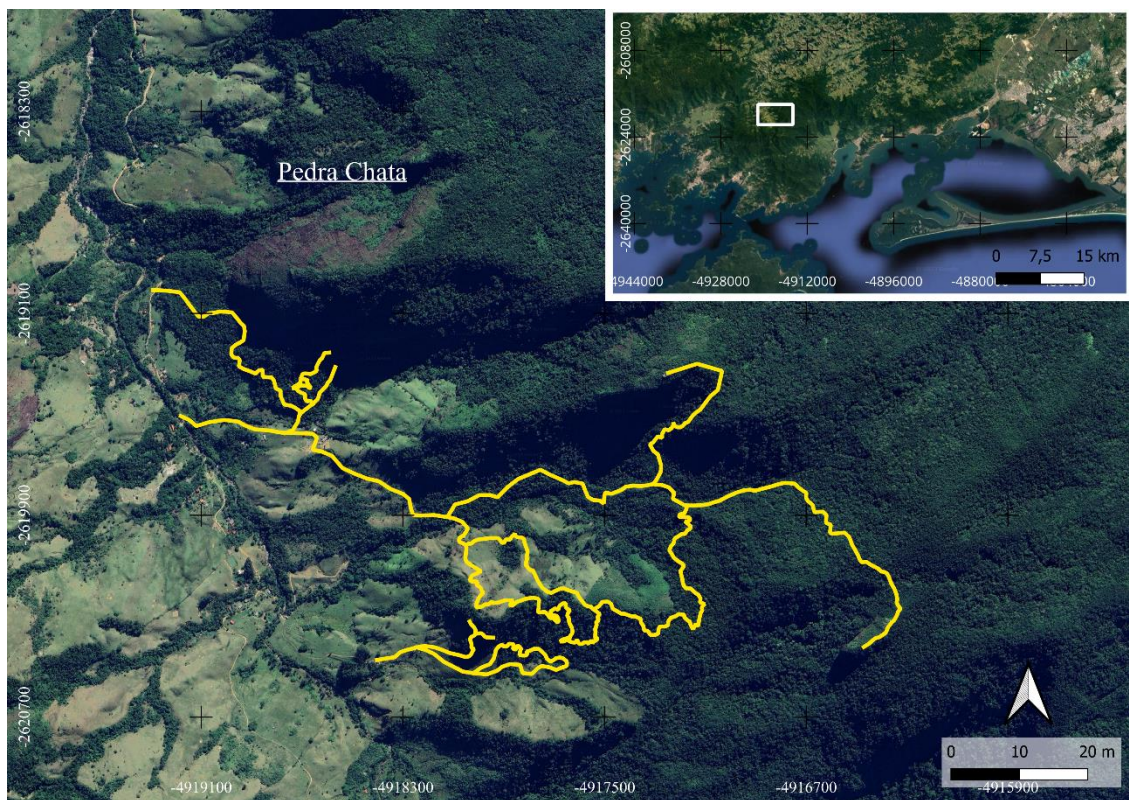


Figura 3: Mapa de localização das áreas de amostragem percorridas na Pedra Chata, no Parque Estadual do Cunhambebe, Rio Claro, estado do Rio de Janeiro, Brasil (Fonte: Google Maps, 2024; QGIS, 2024).

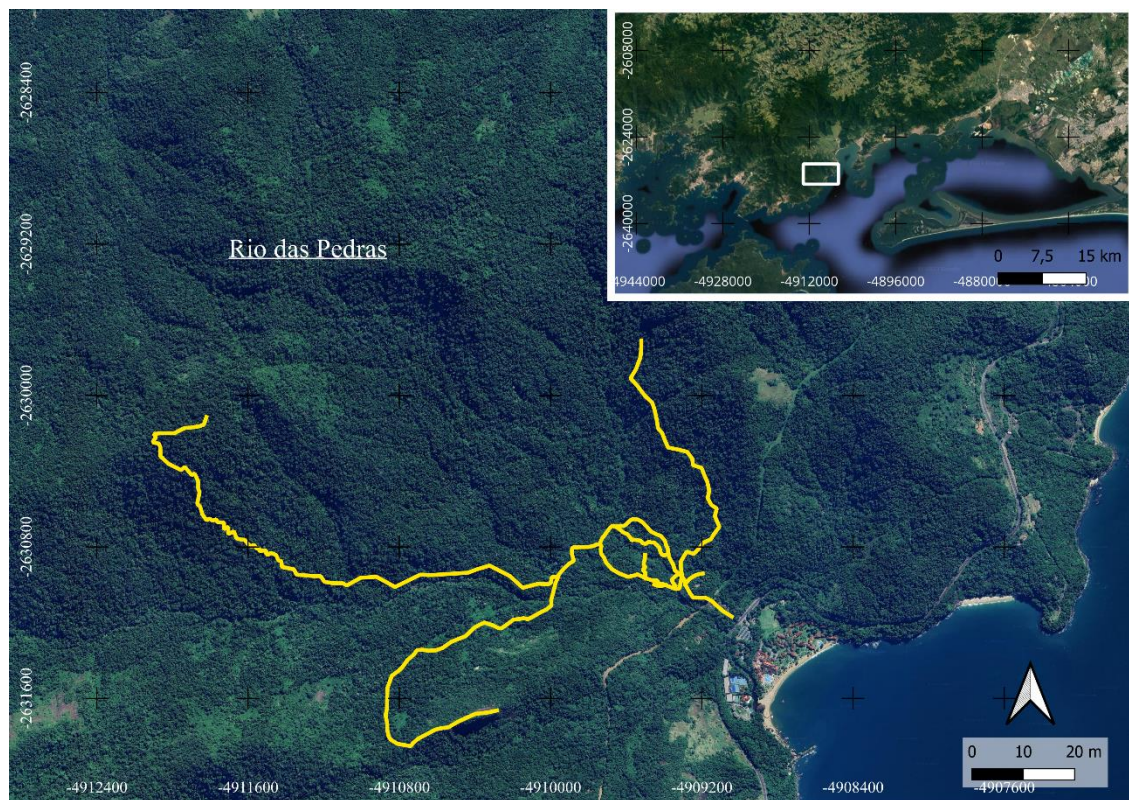


Figura 4: Mapa de localização das áreas de amostragem percorridas na Reserva Ecológica de Rio das Pedras, no Parque Estadual do Cunhambebe, Mangaratiba, estado do Rio de Janeiro, Brasil (Fonte: Google Maps, 2024; QGIS, 2024).

3. LITERATURA CITADA

ACEVEDO-RODRÍGUEZ, P.; VAN WELZEN, P.C. **Systematics of *Serjania* (Sapindaceae)**. Part II: A revision of *Serjania* sect. *Serjania*. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, n. 69, p. 120, 1994.

ACEVEDO-RODRÍGUEZ P., VAN WELZEN P.C., ADEMA F., VAN DER HAM R. W. J. M. Sapindaceae. In: Kubitzki K., ed. **The families and genera of vascular plants**, Vol. 10. Berlin: Springer, p. 357–407, 2010.

ACEVEDO-RODRÍGUEZ, P. **Systematics of *Serjania* (Sapindaceae)**. Part I: A revision of *Serjania* sect. *Platycoccus*. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, n. 67, p. 93, 1993.

ACEVEDO-RODRÍGUEZ, P.; VAN WELZEN, P.C.; ADEMA, F.; VAN DER HAM, R. W. J. M. Sapindaceae. In: KUBITZKI, K. (Ed.). **The families and genera of vascular plants**, Vol. 10. Berlin: **Springer**, p. 357–407, 2003.

ACEVEDO-RODRÍGUEZ, P. *Allophylastrum*: a new genus of Sapindaceae from northern South America. **Phytokeys**, v. 5, p. 39-43, 2011.

ACEVEDO-RODRÍGUEZ, P.; CARVALHO, A.L.G.; ALLEN, J. Is the phenology of all restinga species the same? A taxonomically-focused study of Sapindaceae in a highly threatened coastal environment. **Flora**, v. 215, p. 92–101, 2015.

ADEYEMI, T. O.; OGUNDIPE, O. T.; OLOWOKUDEJO, J. D. Species distribution modelling of family Sapindaceae in West Africa. **International Journal of Botany**. v. 8, n. 1, p. 45-49, 2012.

ASSIS, M. V.; MATTOS, E. A. Vulnerabilidade da vegetação de campos de altitude às mudanças climáticas. **Oecologia Australis**, v. 20, n. 2, p. 162-174, 2016.

ASSUMPÇÃO, A. R.; CARVALHO, R. C. **Aspectos das potencialidades de uso público no Parque Estadual Cunhambebe, município de Angra dos Reis-RJ**. II Encontro Fluminense Uso Público em Unidades de Conservação. v. 3, n. 5, 2015.

BAUMGRATZ, J.F.A.; COELHO, M.A.N.; PEIXOTO, A.L.; MYNSSEN, C.M.; BEDIAGA, B.E.H.; COSTA, D.P.; DALCIN, E.; GUIMARÃES, E.F.; MARTINELL, G.; SILVA, D.S.P.; SYLVESTRE, L.S.; FREITAS, M.F.; MORIM, M.P. & FORZZA, R.C. 2014. **Catálogo das Espécies de Plantas Vasculares e Briófitas do Estado do Rio de Janeiro**. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. In <http://florariojaneiro.jbrj.gov.br/>.

BECKAGE, B.; OSBORNE, B.; GAVIN, D. G.; PERKINS, T. A rapid upward shift of a forest ecotone during 40 years of warming in the Green Mountains of Vermont. **National Academy of Science (PNAS)**, v. 105, n. 11, p. 4179-4202, 2008.

BORGES, R. A. X.; CARNEIRO, M. A. A.; VIANA, P. L. Altitudinal distribution and species richness of herbaceous plants in campos rupestres of the Southern Espinhaço Range, Minas Gerais, Brazil. **Rodriguesia**, v. 62, n. 1, p. 139-152, 2011.

BRASIL, Lei nº 9.985, de julho de 2000. **Presidência da República**, Casa Civil, Brasília, DF, 2000.

BUTT, N.; MALHI, Y.; PHILLIPS, O.; NEW, M. Floristic and functional affiliations of woody plants with climate in western Amazonia. **Journal of Biogeography**, v. 35, n. 5, p. 939-950, 2008.

CARNEIRO, J. S.; VALERIANO, D. M. **Padrão espacial da diversidade beta da Mata Atlântica – uma análise da distribuição da biodiversidade em banco de dados geográficos**. Anais XI SBSR, INPE, p. 629-636, Belo Horizonte, Brasil, 2003.

COSTA, H.; ANDRADE, D. F. As pesquisas no parque estadual cunhambebe com destaque para a educação ambiental e o patrimônio histórico e cultural: resultados de uma revisão sistemática integrativa. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 17, n. 1, pag. 79–94, São Paulo, 2022a.

COSTA, H. S.; ANDRADE, D. F. Educação Ambiental em Unidades de Conservação: Sistematização de Ações de Educação Ambiental do Parque Estadual Cunhambebe. **Ecoturismo e Conservação**, v. 3, n. 2, Rio de Janeiro, 2022b.

FRAZÃO, A.; SOMNER, G. V. Sapindaceae em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual no município de Engenheiro Paulo de Frontin, RJ, Brasil. **Hoehnea**, v. 43, n. 3, p. 437-459, 2016.

GALINDO-GONZÁLEZ, J.; GUEVARA, S.; SOSA, V. J. Bat- and Bird-Generated Seed Rains at Isolated Trees in Pastures in a Tropical Rainforest. **Conservation Biology**, v. 14, n. 6, p. 1693-1703, 2000.

GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I.G. Atlantic Forest hotspots status: an overview. In: **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. Carlos Galindo-Leal, Ibsen de Gusmão CÂMARA (Ed.); traduzido por Edma Reis Lamas. – São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica — Belo Horizonte: Conservação Internacional, p. 3-11, 2005.

HAGEER Y, ESPERÓN-RODRÍGUEZ M, BAUMGARTNER JB, BEAUMONT LJ. Climate, soil or both? Which variables are better predictors of the distributions of Australian shrub species? **PeerJ**. P. 1-22, 2017

HAMERSKI, L.; SOMNER, G. V.; TAMAIO, N. *Paullinia cupana* Kunth (Sapindaceae): A review of its ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 7, n. 30, p. 2221-2229, 2013.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2ª Ed. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Rio de Janeiro, 2012.

INEA. **Plano de Manejo do Parque Estadual do Cunhambebe**, p. 852, 2015.

JABOT. Disponível em: <http://jabot.jbrj.gov.br/v3/consulta.php>. Acesso em: 10 Agosto 2020.

LIMA, H.C., PESSOA, S.V. A., GUEDES-BRUNI, R.R., MORAES, L.F.D., GRANZOTTO, S.V., IWAMOTO, S.; CIERO, J.D. Caracterização fisionômico florística e mapeamento da vegetação da Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 57, n. 3, p. 369-389, 2006.

LIMA, M. S. C. S.; PEDERASSI, J.; SOUZA, C. A. S. Habitat use by the pumpkin toadlet, *Brachycephalus ephippium* (Anura, Brachycephalidae), in the Atlantic Rain Forest of Brazil. **Boletín de la Asociación Herpetológica Española**, v. 24, n. 2, p. 11-15, 2013.

MITTERMEIER, R.A., GIL, P. R., HOFFMAN, M., BROOKSCRISTINA, P., GOETTSCHE MITTERMEIER, G. **Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions**. Mexico: Cemex, 2005.

MUNHOZ, C. B. R. et al. O gênero *Urvillea* (Sapindaceae) na reserva biológica da Tijuca, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 55, n. 84, p. 91-95, 2004.

MYERS, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Fonseca, G. A. B., Kent, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

PEREIRA, L.A., AMORIM, B.S., ALVES, M., SOMNER, G.V., de BARBOSA, M.R.V. Flora da Usina São José, Igarassu, Pernambuco: Sapindaceae. **Rodriguésia**, v. 67, p. 1047-1059, 2016.

PIO CORRÊA, M., PENNA, L. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. v. 6, p. 1-777, 1975.

QGIS. **Open-Source Geospatial Foundation Project**. Computer program and documentation distributed by the authors. <http://qgis.org>. (Acesso em 08/Aug/2024).

REITZ, R. Sapindáceas. In REITZ, R. (ed.) **Flora Ilustrada Catarinense**, parte I, fasc. Sapi. Itajaí, Herbário 'Barbosa Rodrigues', v. 156 p.1-48, 1980.

RIBEIRO, M.C., METZGER, J.P., MARTENSEN, A.C., PONZONI, F.J., HIROTA, M.M. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? implications for conservation. **Biol. Conserv.** v. 142, p. 1144-1156, 2009.

ROCHA, C.F.D., BERGALLO, H.G., ALVES, M.A.S., SLUYS, M.V. **A biodiversidade nos grandes remanescentes de florestais do estado do Rio de Janeiro e nas restingas da Mata Atlântica**. São Carlos, RiMa, 2003.

ROCHA, R. de. O.; ROCHA, M. B. **Estudo sobre espécies exóticas em unidades de conservação no estado do Rio de Janeiro**. Anais do V Simpósio de Pesquisa da Mata Atlântica, Engenheiro Paulo de Frontin, Rio de Janeiro, FFP-UERJ, p.21-22, 2019a.

ROCHA, R. de. O.; ROCHA, M. B. Levantamento de Espécies Exóticas em Unidades de Conservação: o Cas do Estado do Rio de Janeiro. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 10, p. 125-142, 2019b.

RONCHI, H. S., BONFIM, F. P. G., ENGEL, V. L. **Potencial alimentício e medicinal das espécies nativa da Área de Proteção Ambiental – APA Corumbataí, Botucatu e Tajupá – Perímetro Botucatu**. 2017. Dissertação (Mestrado em Horticultura) – Universidade Estadual de São Paulo, SP, 2017.

SANTO, I.E. 2014. **Diversidade e Distribuição de Sapindaceae arbustivo-arbóreas na Ilha Grande, Angra dos Reis, Brasil**. Dissertação de Mestrado do curso de Pós-Graduação do Museu Nacional do Rio de Janeiro, UFRJ.

SAPINDACEAE in **Flora do Brasil 2020**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB216>> Acesso em: 20 março 2021.

SOMNER, G.V. Sapindaceae. In: M.C. Marques, A.S.F. Vaz & R. Marquete (orgs.). **Flora da APA Cairuçu, Paraty, RJ**. Espécies vasculares. Série Estudos e Contribuições, Rio de Janeiro. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, v. 14, p. 456-492, 1997.

SOMNER, G. V. Sapindaceae. In: Costa, A. F. & Dias, I. C. A flora do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e arredores, Rio de Janeiro, **Brasil: Listagem, florística e fitogeografia**. Série Livros, n. 8. Museu Nacional, Rio de Janeiro. p. 126-128, 2001.

SOMNER, G. V., de CARVALHO, A. L. G., SIQUEIRA, C. T. Sapindaceae da restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 60, n. 3, p. 485-507, 2009.

SOMNER, G.V., FERUCCI, M. S., ROSA, M. M.T., COELHO, R. L. Sapindaceae. Pp. 215-223. In: Wanderley, M.G.L.; Shepherd, G.J.; Melhem, T.S.; Giulietti, A. M. & S.E. Martins (coords.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**, v. 6. (Martins, S.E.; Wanderley, M.G.L.; Shepherd, G. J.; Giulietti, A. M. & Melhem, T. S. eds.). São Paulo: Instituto de Botânica, Fapesp/Imprensa Oficial, 2009.

SOMNER, G.V.; FERRUCCI, M.S. & COELHO, R.L.G. 2014. **Sapindaceae. Catálogo das espécies de plantas vasculares e briófitas do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://florariojaneiro.jbrj.gov.br>> Acesso em 10 agosto 2020.

SOS Mata Atlântica; INPE. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica: período 2019/2020**, relatório técnico. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2021.

SOUZA, K. R. G. **Análise de risco ambiental na Serra do Mar: o caso do Parque Estadual Cunhambebe e entorno (RJ)**. 2017. 129 f. Tese (Doutorado em Programa de Pós-graduação em Geografia) – Instituto de Geografia, Centro de Tecnologia e Ciências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

CAPÍTULO I

SAPINDACEAE EM REMANESCENTES DE FLORESTA ATLÂNTICA DO PARQUE ESTADUAL DO CUNHAMBEBE/RJ: FLORÍSTICA, DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E CONSERVAÇÃO

CHAPTER I: SAPINDACEAE IN REMNANTS OF ATLANTIC FOREST OF THE PARQUE ESTADUAL DO CUNHAMBEBE/RJ: FLORISTICS, GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION, AND CONSERVATION

João Gabriel Gomes Viana¹, Genise Vieira Freire² & Ivo Abraão Araújo da Silva³

1 Universidade Federal do Rio de Janeiro Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Botânica)/Museu Nacional;

2 Universidade Federal do Rio de Janeiro Departamento de Ciências Biológicas (Botânica)

3 Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Departamento de Botânica/ICBS

RESUMO

O Parque Estadual do Cunhambebe (PEC) é uma das maiores Unidades de Conservação do estado do Rio de Janeiro, sendo uma das mais importantes para a conservação da biodiversidade do estado e da Floresta Atlântica, desempenhando um papel crucial na preservação de espécies e processos ecológicos. Este estudo teve como objetivo realizar um inventário florístico da família Sapindaceae em remanescentes de Floresta Atlântica dentro do PEC, e analisar aspectos da distribuição dessas espécies. As coletas de campo foram realizadas entre 2020 e 2022, utilizando o método de caminhar nas trilhas principais, hora adentrando perpendicularmente ao interior da mata para garantir uma ampla coleta das espécies nas diferentes formações vegetais do parque. Foram registradas 33 espécies de Sapindaceae, distribuídas em 7 gêneros, com destaque para *Serjania* e *Paullinia*, que apresentaram a maior riqueza de espécies. Das espécies identificadas, 17 são endêmicas do Brasil, sendo que 13 são exclusivas da Mata Atlântica e 3 estão listadas como ameaçadas de extinção. As espécies foram predominantemente encontradas em áreas de Floresta Ombrófila Densa Submontana e Montana, que compõem as principais formações vegetacionais do PEC. Este estudo reforça a importância do PEC como um remanescente primordial para a conservação da flora da Floresta Atlântica no estado do Rio de Janeiro, além de destacar a necessidade de medidas de conservação contínuas na região.

**CAPÍTULO I: SAPINDACEAE EM REMANESCENTES DE FLORESTA
ATLÂNTICA DO PARQUE ESTADUAL DO CUNHAMBEBE/RJ: FLORÍSTICA,
DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E CONSERVAÇÃO**

João Gabriel Gomes Viana¹, Genise Vieira Freire² & Ivo Abraão Araújo da Silva³

1 Universidade Federal do Rio de Janeiro Programa de Pós-Graduação em Ciências
Biológicas (Botânica)/Museu Nacional;

2 Universidade Federal do Rio de Janeiro Departamento de Ciências Biológicas (Botânica)

3 Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Departamento de Botânica/ICBS

ABSTRACT

The Parque Estadual do Cunhambebe (PEC) is one of the largest Conservation Units in the state of Rio de Janeiro and one of the most important for the conservation of the state's biodiversity and the Atlantic Forest, playing a crucial role in the preservation of species and ecological processes. This study aimed to conduct a floristic inventory of the Sapindaceae family in Atlantic Forest remnants within the PEC and analyze aspects of the distribution of these species. The field collections were carried out between 2020 and 2022, using the walking method along the main trails, occasionally entering perpendicularly into the forest to ensure a broad collection of species from the different vegetation formations within the park. A total of 33 Sapindaceae species were recorded, distributed across 7 genera, with *Serjania* and *Paullinia* standing out for their high species richness. Of the identified species, 17 are endemic to Brazil, 13 of which are exclusive to the Atlantic Forest, and 3 are listed as endangered. The species were predominantly found in Dense Submontane and Montane Ombrophilous Forest areas, which constitute the main vegetation formations in the PEC. This study reinforces the importance of the PEC as a crucial remnant for the conservation of the Atlantic Forest flora, as well as the need for ongoing conservation measures in the region.

1. INTRODUÇÃO

A Serra do Mar devido à sua grande diversidade ambiental, abriga uma riqueza significativa de espécies, e tem um papel relevante na preservação dos processos ecológicos e evolutivos ocorrentes em sua área de domínio. Composta principalmente por complexos de Unidades de Conservação (UCs), a área é destinada à preservação de recursos ecossistêmicos a fim de estimular o desenvolvimento sustentável e integrado entre as UCs. Inserido entre o Mosaico Bocaina e o Mosaico Central Fluminense está o Parque Estadual do Cunhambebe, que detém funções de conectividade biológica entre estes mosaicos prioritários, a fim de garantir meios de conservação da flora do estado do Rio de Janeiro (LINO e ALBUQUERQUE, 2007; INEA, 2014).

Nesse contexto, é de extrema importância a realização de estudos florísticos acerca das famílias botânicas, principalmente em formações vegetais dos corredores ecológicos de biodiversidade (MARANGON, 2003). Pesquisas sobre a composição e diversidade da família Sapindaceae têm sido realizadas na Floresta Atlântica e os resultados apontam que ela é muito comum e diversa nesta fitofisionomia (LIMA et al. 2006; BARROS, 2008; SOMNER et al., 2009; BARROS et al. 2009; PERDIZ, 2011; SANTO, 2014; PEREIRA, 2014; GROppo et al, 2016; FRAZÃO & SOMNER, 2016; PEREIRA & SOMNER, 2016; ROSADO & SOUZA, 2020; SOMNER & SANTOS, 2020; FARIA et al. 2022). Para a porção da Floresta Atlântica encontrada no Rio de Janeiro, os estudos das Sapindaceae são conduzidos em diversas áreas florestais, com o objetivo principal de ampliar o conhecimento da flora do Estado. A partir desses estudos, novas espécies têm sido descobertas para a ciência e novas ocorrências registradas (SOMNER et al, 2009; FRAZÃO e SOMNER, 2016). Além disso, os levantamentos florísticos das Sapindaceae realizados no Estado do Rio de Janeiro têm servido de base para a realização de estudos interdisciplinares em diversas áreas da botânica (CUNHA NETO et al. 2017 a, 2017 b; LIMA et al. 2016; SANTOS et al. 2021; SOMNER & FERRUCCI, 2009 a) ampliando o conhecimento sobre a família.

É importante relatar que a Flora das Unidades de Conservação Estaduais do Rio de Janeiro, proposta pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Rio de Janeiro (SEA, 2018) inclui uma lista de espécies para cada família botânica encontradas nas diferentes UCs, e para a família Sapindaceae foram registradas 11 espécies para o Parque do Cunhambebe. Estas listas oficiais de espécies são alimentadas a partir de pesquisas que envolvem levantamento florístico ou elaboração de floras que necessitam de um intenso trabalho de campo e que demandam tempo

e significativo investimento financeiro, além disso, essa tarefa é dificultada por problemas inerentes ao conhecimento taxonômico dos grupos, especialmente quando se trata de táxons com delimitações pouco robustas e inconsistentes (GONÇALVES, 2016).

Desta forma, conhecer a diversidade de espécies presentes em UCs e fragmentos florestais viabiliza a obtenção de informações sobre a taxonomia, ecologia e distribuição das espécies, de diferentes famílias botânicas que são fundamentais para aprimorar o atual plano de manejo e implementar medidas de conservação da flora do PEC. Ainda, esse conhecimento promove o planejamento e a execução de atividades de educação ambiental e divulgação científica, favorecendo a conscientização social acerca da diversidade florística da Floresta Atlântica no Estado do Rio de Janeiro, utilizando-se as Sapindaceae como exemplo (INEA, 2014).

Por fim, o presente estudo visa ampliar o conhecimento das Sapindaceae na Floresta Atlântica, especificamente para o estado do Rio de Janeiro e no PEC, e tem como objetivo apresentar uma listagem das espécies ocorrentes nas duas áreas de estudo, dados de endemismo e estado de conservação, além de tecer comentários sobre os táxons da família.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. AMOSTRAGEM, COLETA DE DADOS, HERBORIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DO MATERIAL

Inicialmente foram consultadas coleções virtuais em bancos de dados do Re flora (2020) e do Specieslink (2020) de espécies da família Sapindaceae, encontradas no Parque Estadual do Cunhambebe, com o objetivo de verificar a ocorrência das espécies das áreas de estudo. Nesta consulta foram registrados seis gêneros e 17 espécies, sendo nove destas para a RERP e uma para a PC. Posteriormente, também foram consultadas lista das espécies da família registrada das unidades de conservação estaduais do Rio de Janeiro (SEA, 2018), na qual menciona apenas 11 espécies para o PEC (MAURENZA et al, 2018) e o Catálogo de Plantas vasculares e fungos do Estado do Rio de Janeiro (Somner et al., 2020), online, em cuja publicação não foram encontradas espécies da família em estudo.

Para a realização do inventário florístico da família Sapindaceae, foram feitas campanhas para coletas de campo entre 2020 e 2022, uma vez por mês em cada área de estudo, de forma que cada campanha era constituída por 2 a 3 dias de amostragem. Foi utilizado o método de caminhamento nas trilhas principais, hora adentrando perpendicularmente para interior da mata para garantir uma ampla coleta das espécies nas diferentes formações vegetais do parque. O

critério de inclusão para a coleta dos espécimes arbóreos foi que estes tivessem pelo menos 0,5 metros de altura, e para as lianas que estivessem sobre os ferófitos.

Além disso, a amostragem envolveu georeferenciamento e o registro fotográfico dos espécimes. Complementando essas estratégias, visando obter informações sobre distribuição das espécies nas formações vegetacionais e espécies classificadas como endêmicas e ameaçadas de extinção foram realizadas consultas aos trabalhos de Valente et al. (2013) no Livro Vermelho da flora do Brasil e Somner et al. (2018) no Livro Vermelho de espécies endêmicas do Estado do Rio de Janeiro/CNCFLORA, assim como na Flora e Funga do Brasil (2023).

Os exemplares coletados foram herborizados, segundo Guedes-Bruni et al. (2002), identificados e incorporados ao herbário R (Museu Nacional/UFRJ), com duplicatas do material fértil ao herbário RBR (UFRRJ). Os nomes das espécies foram verificados no Índice Internacional de Nomes de Plantas (IPNI) e as abreviaturas dos nomes dos autores dos táxons seguiram Brummit & Powell (1992).

Em campo, foram utilizados para identificação da família Sapindaceae as seguintes características: folhas compostas, paripinadas ou imparipinadas, às vezes, bipinadas ou tripinadas, filotaxia alterna, subopostas, pecioladas, estípulas (presentes somente nas trepadeiras), inflorescências (constituídas por tirso ramificados ou não), sendo as lianas com duas gavinhas na base da raque. No laboratório, em relação ao material reprodutivo foram observados os seguintes caracteres: flores unissexuadas, actinomorfas ou zigomorfas; as estaminadas com pistilódio e as pistiladas com estaminódios; pétalas com 4-5-meras, que se destacam por apresentar apêndice basal; nectários florais são geralmente extra-estaminais, constituídos por disco nectarífero podendo ser anelar, semi-anelar ou quatro lobados (SOMNER, et al., 2009; ACEVEDO-RODRÍGUEZ, 2011).

Para proceder a identificação dos gêneros e espécies de Sapindaceae foram utilizadas bibliografias especializadas encontradas nos trabalhos de Coelho et al. (2017), Ferrucci (1991), Flora e Funga do Brasil (2023), Radlkofer (1931-1934) e Somner et al (2009), também foram realizadas comparações dos espécimes coletados com exsicatas encontradas nas coleções dos herbários RB e RBR, além do uso de fototipos e confirmação das espécies por especialista.

Neste estudo utilizou-se o trabalho de Veloso et al., 1991 para classificar os tipos de formações vegetacionais encontradas na RERP e PC.

Para realizar a comparação dos resultados das espécies de Sapindaceae ocorrentes nas duas áreas do PEC, com outras Unidades de Conservação no estado do Rio de Janeiro, foi realizada consulta em artigos científicos ou livros, assim como em banco de dados online no REFLORA (2020) e SPECIESLINK (2020), e ainda em catálogo digital (Maurenza et al., 2018). Os resultados desta consulta mostraram que somente algumas UC's detinham estudos e publicações que contemplavam listagem florística sobre a família Sapindaceae, logo, foram selecionadas as seguintes UC's: Área de Proteção Ambiental Estadual de Macaé de Cima (APA Macaé de Cima), Parque Estadual de Ilha Grande (PEIG), Parque Nacional da Tijuca (PNT), Parque Natural Municipal do Curió (PNMC), Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO), Parque Nacional de Itatiaia (PNI), Instituto Zoobotânico de Morro Azul (IZMA) e Reserva Biológica do Tinguá (REBIO Tinguá).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta pesquisa ampliou o número de táxons do parque para um total de 7 gêneros e 33 espécies (Tabela 1; Figura 3), sendo 25 espécies para RERP e 23 para a PC. Dentre essas, 17 são endêmicas do Brasil, sendo 13 exclusivas da Floresta Atlântica e três ameaçadas de extinção, sendo elas: *Cupania furfuracea* Radlk. como “VU” (Vulnerável), *Paullinia marginata* Casar. como “EN” (Em perigo) e *Serjania tenuis* Radlk. como “VU” (Vulnerável) (Valente et al., 2013; Somner et al. 2018; SAPINDACEAE in Flora e Funga do Brasil, 2023). Os resultados aqui obtidos devem ser utilizados para alimentar a lista do SEA e da Flora do Estado do Rio de Janeiro.

Tabela 1: Riqueza de espécies registradas no Parque Estadual do Cunhambebe com indicação do táxon, hábito, formação vegetacional e voucher. Foram utilizadas as seguintes abreviaturas para as formações vegetacionais: AA: Área Antropizada; C: Campinarana; CA: Caatinga; CE: Cerrado; CL: Campo Limpo; CR: Campo Rupestre; FI: Floresta de Igapó; FC: Floresta Ciliar; FED: Floresta Estacional Decidual; FES: Floresta Estacional Semidecidual; FTF: Floresta de Terra Firme; FV: Floresta de Várzea; FO: Floresta Ombrófila; R: Restinga; AF: Vegetação em Afloramento Rochoso. (FLORA e FUNGA DO BRASIL, 2023; SOMNER & FERRUCCI, 2009 b).

| Táxon | Hábito | Formação Vegetacional |
|---|--------|---|
| <i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk. | Árvore | AA, FC, FOD, R |
| <i>Allophylus racemosus</i> Sw. | Árvore | CE, FC, FTF, FED, FES, FOD |
| <i>Allophylus semidentatus</i> (Miq.) Radlk. | Árvore | CE, FC, FTF, FV, FEP, FES, FOD e FES |
| <i>Cupania furfuracea</i> Radlk. | Árvore | FOD, FES |
| <i>Cupania oblongifolia</i> Mart. | Árvore | AA, FES, FOD, R |
| <i>Cupania racemosa</i> (Vell.) Radlk. | Árvore | FES, FO, R |
| <i>Cupania vernalis</i> Cambess. | Árvore | CE, FC, FTF, FES, FOD |

| Táxon | Hábito | Formação Vegetacional |
|---|---------------|----------------------------------|
| <i>Matayba grandis</i> Radlk. | Árvore | FOD |
| <i>Paullinia bicorniculata</i> Somner | Liana | FOD |
| <i>Paullinia carpopoda</i> Cambess. | Liana | CE, FC, FES, FOD |
| <i>Paullinia marginata</i> Casar. | Liana | FOD |
| <i>Paullinia meliifolia</i> Juss. | Liana | FES, FOD, R |
| <i>Paullinia micrantha</i> Cambess. | Liana | FES, FOD, R |
| <i>Paullinia rubiginosa</i> Cambess. | Liana | AA, C, CE, FI, FTF, FV, FES, FOD |
| <i>Paullinia spicata</i> Beth. | Liana | FC, FTF, FES, FOD |
| <i>Paullinia trigonia</i> Vell. | Liana | AA, CE, FC, FTF, FES, FOD, R, AR |
| <i>Serjania caracasana</i> (Jacq.) Willd. | Liana | AA, CA, CE, FTF, FES, FOD, R |
| <i>Serjania communis</i> Cambess. | Liana | AA, C, CA, FTF, FES, FOD, R |
| <i>Serjania confertiflora</i> Radlk. | Liana | CE, FC, FTF, FES, FOD, R |
| <i>Serjania corrugata</i> Radlk. | Liana | FES, FO, R |
| <i>Serjania cuspidata</i> Cambess. | Liana | FO, R |
| <i>Serjania deflexa</i> Gardner | Liana | CL, CE, FES, FOD |
| <i>Serjania fuscifolia</i> Radlk. | Liana | FTF, FES, FOD |
| <i>Serjania glutinosa</i> Radlk. | Liana | CE, FC, FES, FO |
| <i>Serjania laruotteana</i> Cambess. | Liana | AA, CE, FC, FES, FOD |
| <i>Serjania lamprophylla</i> Radlk. | Liana | FES, FOD |
| <i>Serjania meridionalis</i> Cambess. | Liana | CA, CE, FC, FES, FOD |
| <i>Serjania multiflora</i> Cambess. | Liana | CR, CE, FC, FES, FOD |
| <i>Serjania tenuis</i> Radlk. | Liana | FOD, R |
| <i>Thinouia scandens</i> Triana & Planch. | Liana | FES, FOD, R |
| <i>Thinouia ventricosa</i> Radlk. | Liana | FES, FOD |
| <i>Urvillea stipitata</i> Ralkd. | Liana | FES, FOD, R |
| <i>Urvillea triphylla</i> (Vell.) Radlk. | Liana | FOD |

Dos 7 gêneros registrados para a família Sapindaceae, *Serjania* (12 spp) e *Paullinia* (8 spp), foram as que apresentaram o maior número de espécies, corroborando com diversos trabalhos desenvolvidos em diferentes domínios fitogeográficos (Figura 6, Tabela 1) (LIMA et al, 2006; BARROS et al, 2009; SOMNER et al, 2009; SOMNER & FERRUCCI, 2009 b; SANTOS, 2014; FRAZÃO & SOMNER, 2016; PEREIRA, 2016; SOMNER & SANTOS, 2020; ROSADO & SOUZA, 2022; SAPINDACEAE IN FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2023), e *Matayba* (1 sp.), *Thinouia* (2 sp.) e *Urvillea* (2 sp.) registram o menor número de espécies.

Segundo Acevedo-Rodríguez (1990), *Serjania* apresenta ampla distribuição no Brasil, ocorrendo em áreas abertas de cerrado e em ambientes florestais, além de margens de floresta de galeria ou em locais onde tenham sofrido algum tipo de perturbação, destacando que poucos espécimes eram registrados acima de 1.500 metros, corroborando com o levantamento deste

estudo onde foram registrados espécimes de *Serjania* até 1.338 metros de altitude na PC. Entretanto, em outros gêneros, representados pelas espécies *C. vernalis*, *P. carpopoda* e *P. trigonia* foram observados espécimes entre 900 e 1518 metros, mostrando que nas áreas estudadas, espécies arbóreas e lianas podem alcançar altitudes maiores que àquelas do gênero *Serjania*.

De acordo com o Mapa da Vegetação elaborado pelo IBGE (2010), a região da PC é classificada como Floresta Ombrófila Densa Montana (FODM) e a região de RERP como Floresta Ombrófila Densa Submontana (FODS) e Floresta Ombrófila Densa Montana (FODM), entretanto, com base na observação da composição vegetacional das áreas em estudo e em consulta a classificação de Veloso et al (1991), foi registrada para a RERP as formações Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (FODTB) e Floresta Ombrófila Densa Submontana (FODS) (Figura 4 A-F), e para PC as formações Floresta Ombrófila Densa Submontana (FODS) e Floresta Ombrófila Densa Montana (FODM) (Figura 4 G-M).

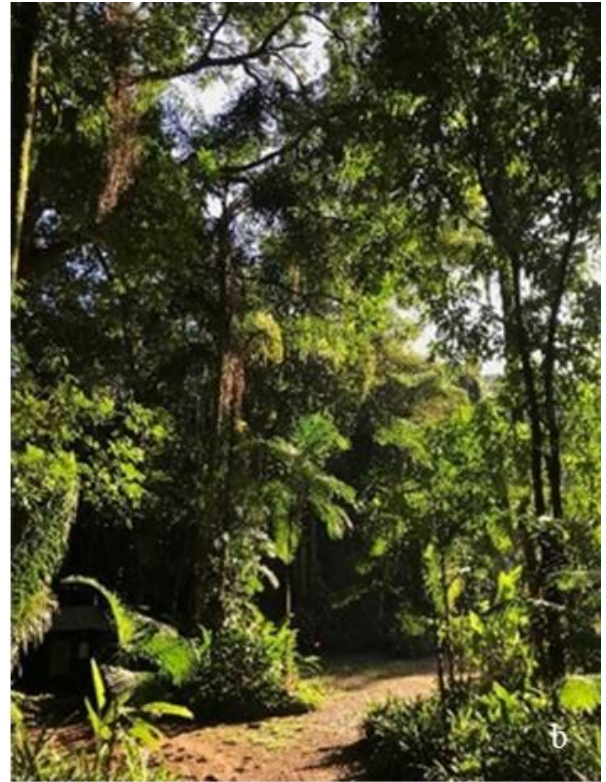


Figura 5: Tipos de formações vegetacionais ocorrentes na Reserva Ecológica de Rio das Pedras, Parque Estadual do Cunhambebe, Rio de Janeiro, Brasil: a, b - Floresta Ombrófila de Terras Baixas; c, d - Floresta Ombrófila Sub-montana; g-m, Pedra Chata (PC), sendo i, k, l, Floresta Ombrófila Densa Sub-montana, g, h, j, m, Floresta Ombrófila Densa Montana.

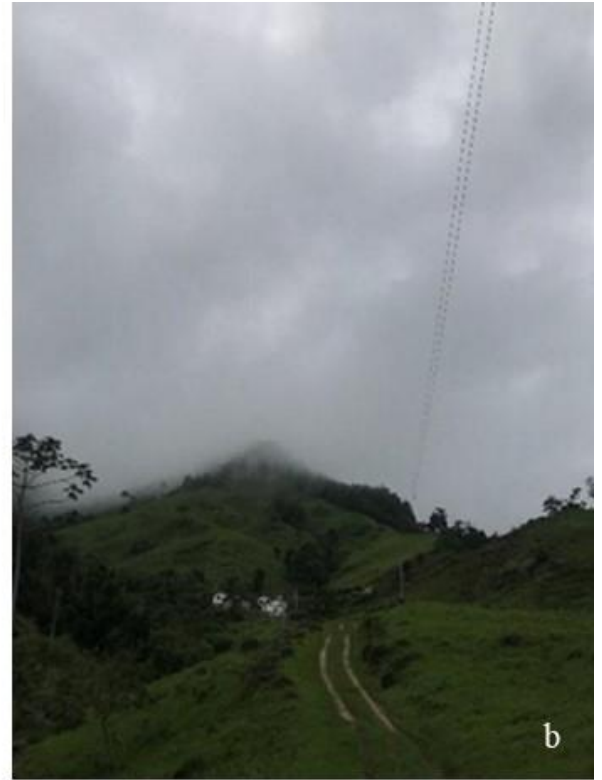


Figura 6: Tipos de formações vegetacionais ocorrentes na Pedra Chata, Reserva Ecológica de Rio das Pedras, Parque Estadual do Cunhambebe, Rio de Janeiro, Brasil: a, b - Floresta Ombrófila Densa Submontana; c, d - Floresta Ombrófila Densa Montana.

Dentre as formações vegetacionais encontradas na área de estudo, a Floresta Ombrófila Densa Submontana (24 spp) e Floresta Ombrófila Densa Montana (24 spp) destacaram-se com maior número de espécies. As espécies *A. semidentatus*, *M. grandis*, *P. marginata*, *P. spicata*, *S. confertiflora*, *S. corrugata*, *S. meridionalis*, *S. tenuis*, *T. ventricosa*, *U. Stipitata* e *U. triphylla* foram encontradas somente na Floresta Ombrófila Densa Submontana, enquanto *C. furfuracea*, *C. racemosa*, *C. vernalis*, *P. bicorniculata*, *P. trigonia*, *P. cuspidata*, *S. deflexa*, *S. glutinosa*, *S. laruoteana*, *S. multiflora* ocorrem somente na Floresta Ombrófila Densa Montana (Figura 6) , já a Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas, apresentou o menor número de espécies (8 spp). Este resultado pode estar possivelmente relacionado a grande influência antrópica devido a frequente visita de turistas na região e as instalações hídricas para abastecimento do club Mediterané, gestor da RERP.

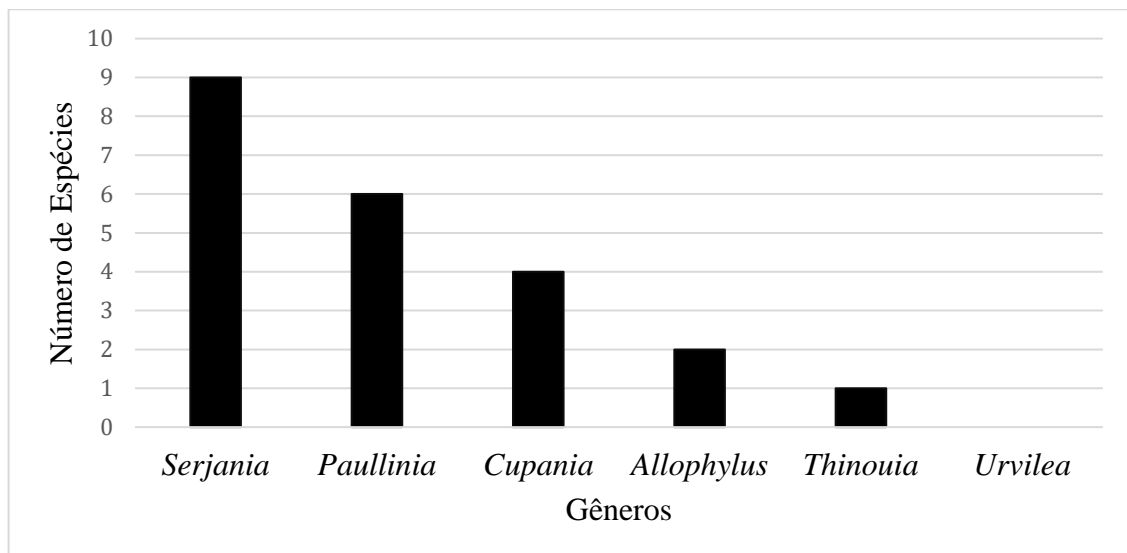


Figura 7: Número de espécies por gênero seguindo a ordem, do maior número para o menor, da família Sapindaceae encontradas na Reserva Ecológica de Rio das Pedras e na Pedra Chata, no Parque Estadual do Cunhambebe, no estado do Rio de Janeiro, Brasil.

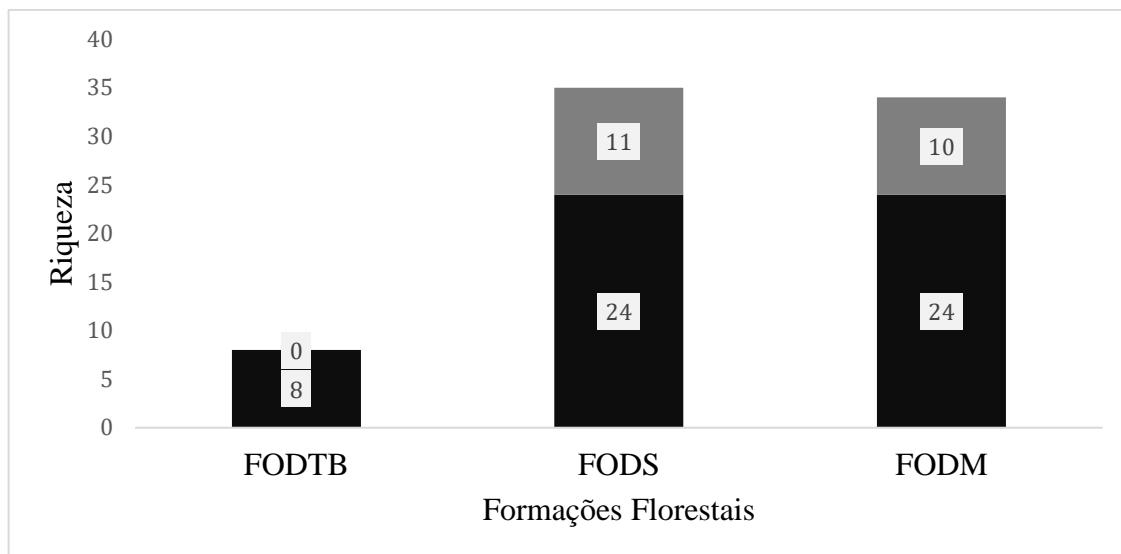


Figura 8: Riqueza total de espécies (preto) e espécies exclusivas (cinza) da família Sapindaceae ocorrentes nas formações vegetacionais da Reserva Ecológica de Rio das Pedras e Pedra Chata, localizadas no Parque Estadual do Cunhambebe, no estado do Rio de Janeiro, Brasil. FODTB = Floresta Ombrófila Densa Terras Baixas; FODS = Floresta Ombrófila Densa Submontana; FODM = Floresta Ombrófila Densa Montana

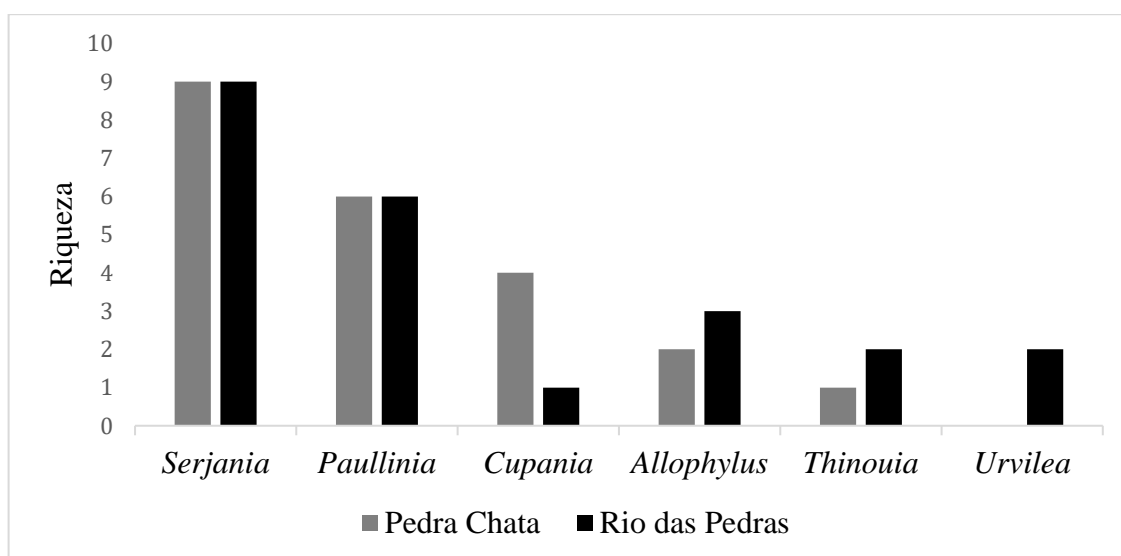


Figura 9: Número de espécies da família Sapindaceae, por gênero que ocorrem nas áreas da Reserva Ecológica de Rio das Pedras e Pedra Chata, localizadas no Parque Estadual do Cunhambebe, Estado do Rio de Janeiro, Brasil.

Quando observado o padrão da distribuição das coletas entre as duas áreas de estudo reunidas no PEC, observa-se que, conforme já mencionado, os gêneros *Serjania* e *Paullinia*, são as que apresentam maior riqueza de espécies (Tabela 2, Figura 7). Este resultado também é encontrado quando se compara os dois locais de coleta separadamente, PC e RERP. A riqueza, tanto de *Paullinia* quanto de *Serjania*, se manteve o mesmo, onde *Serjania* apresentou um maior número de espécies seguida da *Paullinia* (Tabela 2, Figura 7). Este resultado corrobora com

uma série de estudos realizados no domínio fitogeográfico da Floresta Atlântica que apontam esses dois gêneros como sendo os dominantes em diferentes fitofisnomias florestais (SOMNER et al, 2009; SOMNER e FRAZÃO, 2016; ROSADO e SOUZA, 2022).

Tabela 2: Riqueza das espécies de Sapindaceae nas duas áreas de amostragem: Reserva Ecológica Rio das Pedras (RERP) e Pedra Chata (PC), no Parque Estadual do Cunhambebe, Estado do Rio de Janeiro, Brasil.

| Táxon | Riqueza | |
|--------------------------------|----------|--------|
| | RERP (%) | PC (%) |
| <i>Allophylus petiolulatus</i> | 6,97 | 1,86 |
| <i>Allophylus racemosus</i> | 1,49 | 0,37 |
| <i>Allophylus semidentatus</i> | 0,50 | 0,00 |
| <i>Cupania furfuracea</i> | 0,00 | 0,74 |
| <i>Cupania oblongifolia</i> | 37,31 | 14,87 |
| <i>Cupania racemosa</i> | 0,00 | 2,97 |
| <i>Cupania vernalis</i> | 0,00 | 3,35 |
| <i>Matayba grandis</i> | 0,50 | 0,00 |
| <i>Paullinia bicorniculata</i> | 0,00 | 3,35 |
| <i>Paullinia carpopoda</i> | 2,99 | 5,20 |
| <i>Paullinia marginata</i> | 0,50 | 0,00 |
| <i>Paullinia meliifolia</i> | 7,46 | 16,73 |
| <i>Paullinia micrantha</i> | 1,99 | 0,74 |
| <i>Paullinia rubiginosa</i> | 3,48 | 0,74 |
| <i>Paullinia spicata</i> | 1,00 | 0,00 |
| <i>Paullinia trigonia</i> | 0,00 | 13,38 |
| <i>Serjania caracasana</i> | 13,43 | 1,86 |
| <i>Serjania communis</i> | 0,50 | 2,60 |
| <i>Serjania confertiflora</i> | 2,49 | 0,00 |
| <i>Serjania corrugata</i> | 0,50 | 0,00 |
| <i>Serjania cuspidata</i> | 1,00 | 1,12 |
| <i>Serjania deflexa</i> | 0,00 | 2,23 |
| <i>Serjania fuscifolia</i> | 5,97 | 0,37 |
| <i>Serjania glutinosa</i> | 0,00 | 1,86 |
| <i>Serjania laruotteana</i> | 0,00 | 9,29 |
| <i>Serjania lamprophylla</i> | 1,00 | 2,23 |

| Táxon | Riqueza | |
|------------------------------|-----------|-----------|
| | RERP (%) | PC (%) |
| <i>Serjania meridionalis</i> | 1,00 | 0,00 |
| <i>Serjania multiflora</i> | 0,00 | 3,72 |
| <i>Serjania tenuis</i> | 3,48 | 0,00 |
| <i>Thinouia scandens</i> | 1,00 | 10,41 |
| <i>Thinouia ventricosa</i> | 0,50 | 0,00 |
| <i>Urvillea stipitata</i> | 3,98 | 0,00 |
| <i>Urvillea triphylla</i> | 1,00 | 0,00 |
| TOTAL DE ESPÉCIES | 24 | 22 |

Das 33 espécies registradas neste estudo, 24 espécies foram determinadas para RERP e 22 para PC. Deste número de 33 espécies, 13 são encontradas tanto em RERP quanto em PC, sendo elas: *A. petiolulatus*, *A. racemosus*, *C. oblongifolia*, *P. carpopoda*, *P. meliifolia*, *P. micrantha*, *P. rubiginosa*, *S. caracasana*, *S. communis*, *S. cuspidata*, *S. fuscifolia*, *S. lamprophylla* e *T. scandens* (Tabela 2), além disso, essas 11 espécies também ocorrem nas Florestas de Cordão Arenoso de Restingas (Tabela 1). Essas espécies apresentam um comportamento generalista, ocorrendo tanto em formações com solos úmidos e ricos em substâncias orgânicas, como é o caso das florestas ombrófilas densas e estacionais quanto em solos arenosos, rasos e pobres em nutrientes, a exemplo os das restingas (ARAUJO, 2000).

Cupania oblongifolia (Fig. 8- c.d) foi a espécie que apresentou o maior número de indivíduos tanto na RERP (75 espécimes) quanto na PC (40 espécimes). Essa espécie apresenta um rápido crescimento e está inserida no grupo ecológico das secundárias iniciais (OLIVEIRA et al., 2011; CARVALHO et al., 2007; GANDOLF et al, 1995). Na década de 80 na RERP, em virtude de atividades agrícolas, ocorreu um intenso processo de desmatamento, entretanto, durante a década 90, visando a reflorestamento do local, o gestor do Clube Mediterranée, promoveu a criação da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) dando início a um processo de recomposição florestal (FUNDAÇÃO MÁRIO PEIXOTO, 1980; SOUSA, 1997), proporcionando a alta propagação desta espécie.

As espécies com menor abundância foram *Allophylus racemosus*, *Matayba grandis*, *Paullinia bicorniculata*, *P. marginata*, *P. corrugata* e *Thinouia ventricosa* com o registro de 1 espécime para cada uma dessas espécies.



Figura 10: Espécies encontradas na Pedra Chata (PC) e a Reserva Ecológica de Rio das Pedras (RERP), Parque Estadual do Cunhambebe (PEC), Rio de Janeiro, Brasil. a-b. *Allophylus petiolulatus*; c-d. *Cupania oblongifolia*; e-g. *Cupania racemosa*. Fotos: Viana, J.G.G.; Santos, I.M.P.; Somner, G.V.



Figura 11: Espécies encontradas na Pedra Chata (PC) e a Reserva Ecológica de Rio das Pedras (RERP), Parque Estadual do Cunhambebe (PEC), Rio de Janeiro, Brasil. a. *Paullinia carpopoda*; b. *Paullinia elegans*; c. *Paullinia meliifolia*; d. *Paullinia rubiginosa*; e. *Serjania corrugata*; f. *Serjania communis*; g. *Serjania cuspidata*; h. *Urvillea stipitata*. Fotos: Viana, J.G.G.; Santos, I.M.P.; Somner, G.V.

Ao comparar o número de espécies de Sapindaceae encontradas na Pedra Chata (PC) e Reserva Ecológica de Rio das Pedras (RERP) com as demais Unidades de Conservação, observou-se que PC compartilha um maior número de espécies com a REBIO Tinguá (13 spp.), seguida do PARNASO e APA Macaé de Cima (11 spp.). Enquanto, a RERP compartilha com a REBIO Tinguá (12 spp.), PARNASO (9 spp.) e PNMC (8 spp.). O número de espécies compartilhadas entre a PC e as UCs, pode ser atribuída às formações vegetacionais e condições ecológicas semelhantes entre elas. Para o RERP, a maior similaridade florística foi observada em relação ao PARNASO. No entanto, esse fato é curioso, pois essas duas áreas possuem características vegetativas distintas: a RERP é uma área costeira de baixa altitude, enquanto o PARNASO é uma floresta com estágio avançado de desenvolvimento, e apresenta altitudes mais elevadas. Esse resultado provavelmente indica a plasticidade e baixa exigência ambiental de algumas espécies da família Sapindaceae. É necessário a realização de estudos florísticos com maior esforço amostral nas UCs que ampliem o conhecimento dessa família, visando comparar a sua riqueza nas Unidades de Conservação do estado do Rio de Janeiro (FREITAS et al, 2002; SCARANO et al, 2002; PEIXOTO et al, 2008).

O presente estudo realizado sobre o levantamento florístico das espécies da família Sapindaceae no PEC ampliou o conhecimento sobre a diversidade das mesmas no local de estudo, e conforme sugerido por Rocha et al. (2007), é fundamental para o desenvolvimento de estratégias de conservação mais eficazes. Os dados obtidos ressaltam a relevância de estudos futuros que integrem aspectos ecológicos e de conservação, contribuindo para um entendimento mais abrangente da diversidade da flora. Essa abordagem poderá também orientar recomendações práticas para o manejo e a preservação das Unidades de Conservação, alinhando-se ao que Scarano (2002) propõe sobre a importância de realizar pesquisas focadas em biodiversidade para a conservação sendo eficaz em ecossistemas ameaçados.

4. CONCLUSÕES

Este estudo ampliou o conhecimento sobre a diversidade e distribuição das Sapindaceae na região da Floresta Atlântica, especificamente no Parque Estadual do Cunhambebe, assim como da flora do estado do Rio de Janeiro. O esforço amostral realizado na RERP e PC, resultou em um aumento significativo do número de espécies do PEC de 11 para 33, das quais 17 são endêmicas do Brasil, 12 exclusivas da Floresta Atlântica e três ameaçadas de extinção.

A disseminação do conhecimento sobre as espécies de Sapindaceae, bem como de outras famílias botânicas, através da educação ambiental nas escolas e comunidades locais

desempenham um papel essencial na conscientização sobre a conservação da flora do estado do Rio de Janeiro e, de forma mais ampla, da Floresta Atlântica. Nesse contexto, iniciativas voltadas para o incentivo à realização de estudos florístico em outras áreas do Parque Estadual do Cunhambebe e em outras UC's são de extrema relevância, para o desenvolvimento de estratégias futuras voltadas à preservação da flora.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO-RODRÍGUEZ, P.; VAN WELZEN, P.C.; ADEMA, F.; VAN DER HAM, R. W. J. M. Sapindaceae. In **Flowering Plants, Eudicots: Sapindales, Cucurbitales, Myrtaceae, The families and genera of vascular plants** (K. Kubitzki, ed.), Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, v. 10, p. 357–407, 2011.

ADEYEMI, T. O.; OGUNDIPE, O. T.; OLOWOKUDEJO, J. D. Species distribution modelling of family Sapindaceae in West Africa. **International Journal of Botany**, v. 8, n. 1, p. 45-49, 2012.

ARAUJO, D. S. D. **Análise florística e fitogeográfica das restingas do estado do Rio de Janeiro**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p. 169, 2000.

ASSUMPÇÃO, A. R.; CARVALHO, R. C. Aspectos das potencialidades de uso público no Parque Estadual Cunhambebe, município de Angra dos Reis-RJ. **II Encontro Fluminense Uso Público em Unidades de Conservação**, v. 3, n. 5, 2015.

BARROS, F.; ENGEL, V. L.; SOUZA, M. P. Aspectos ecológicos das trepadeiras em fragmentos florestais. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, n. 1, p. 49-61, 2009.

BRUMMIT, R. K.; POWELL, C. E. (eds.) Authors of Plant Names. **Royal Botanic Gardens**, Kew. 1992. 732 p.

COELHO, R. L. G.; SSOUZA, V. C. FWRRUCCI, M. S.; FLORES, T. B. Revisão Taxonômica de *Matayba* sect. *Matayba* (Sapindaceae, Cupanieae). **Rodriguésia**, v. 68, n.2, p. 411-443, 2017.

COSTA, H.; ANDRADE, D. F. As pesquisas no Parque Estadual do Cunhambebe com destaque para a educação ambiental e o patrimônio histórico e cultural: resultados de uma revisão sistemática integrativa. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 79–94, 2022a.

COSTA, H. S.; ANDRADE, D. F. Educação Ambiental em Unidades de Conservação: Sistematização de Ações de Educação Ambiental do Parque Estadual Cunhambebe. **Ecoturismo e Conservação**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, 2022b.

CUNHA NETO, I. L.; MARTINS, F. M.; SOMNER, G. V.; TAMAIO, N. Secretory structures in stems of five lianas of Paullinieae (Sapindaceae): Morphology and Histochemistry. **Flora**, v. 235, p. 29-40, 2017a.

CUNHA NETO, I. L.; MARTINS, F. M.; SOMNER, G. V.; TAMAIO, N. Sucessive cambia in liana stems of Paullinieae and their evolutionary significance in Sapindaceae. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 20, p. 1-23, 2017b.

FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E.; BROCHADO, A. L.; GUALA II, G. F. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. **Cadernos de Geociências**, v. 12, p. 39-43, 1994.

FRAZÃO, A.; SOMNER, G. V. Sapindaceae em um remanescente de Floresta Estacional Semidecidual no município de Engenheiro Paulo de Frontin, RJ, Brasil. **Hoehnea**, v. 43, n. 3, p. 437-459, 2016.

FREITAS, S. R., CERQUEIRA, R., VIEIRA, M. V. (2002). A device and standard variables to describe microhabitat structure of small mammals based on plant cover. **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, n.4, p. 795-800, 2002.

FERRUCCI, M.S. Sapindaceae. In **Flora del Paraguay** (R. SPICHIGER; L. RAMELLA (orgs). Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève & Missouri Botanical Garden, p. 1-144, figs. 1-51, 1991.

FUNDAÇÃO SOS Mata Atlântica; INPE. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica**: período 2019/2020, relatório técnico. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2021.

GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I.G. Atlantic orest hotspots status: an overview. In: **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. C. GALINDO-LEAL, I. G. CÂMARA (Eds.); Fundação SOS Mata Atlântica, Belo Horizonte: Conservação Internacional, p. 3-11, 2005.

GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H.F.; BEZERRA, C.L.F. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, n. 4, p. 753-767, 1995.

GONÇALVES, K. C. S. **Efeito do gradiente altitudinal na estrutura e riqueza de Melastomataceae em um trecho de Floresta Atlântica do sudeste do Brasil**. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

GUARIM NETO, G.; SANTANA, S. R.; SILVA, J. V. B. Notas etnobotânicas de espécies de Sapindaceae Jussieu. **Acta Botanica Brasilica**, v. 14, n. 3, p. 327-334, 2000.

HAMERSKI, L.; SOMNER, G. V.; TAMAIO, N. *Paullinia cupana* Kunth (Sapindaceae): A review of its ethnopharmacology, phytochemistry and pharmacology. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 7, n. 30, p. 2221-2229, 2013.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 2012.

INEA. **Plano de Manejo do Parque Estadual do Cunhambebe**. Junho, 2015. 832 p.

IPNI. 2021. **International Plant Names Index**. <http://www.ipni.org>. Acesso em: 10 de agosto de 2021.

JABOT. Disponível em: <http://jabot.jbrj.gov.br/v3/consulta.php>. Acesso em: 10 agosto 2020.

LIMA, H. A.; SOMNER, G. V. & GIULIETTI, A. M. Duodichogamy and sex lability in Sapindaceae; the case of *Paullinia weinmanniifolia*. **Plant Systematics and Evolution**, v. 302, n.1, p. 109-120, 2016.

LIMA, H. C.; PESSOA, S. V. A.; GUEDES-BRUNI, R. R.; MORAES, L. F. D.; GRANZOTTO, S. V.; IWAMOTO, S.; CIERO, J. D. Caracterização fisionômico florística e mapeamento da vegetação da Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 57, n. 3, p. 369-389, 2006.

MAURENZA, D.; BOCAUYVA, M.; POUGY, N.; MARTINS, E.; MARTINELLI, G. **Lista da flora das Unidades de Conservação estaduais do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, Andrea Jakobsson Estúdio, 2018.

MESQUITA, J. G. **Diversidade e conservação de Orchidaceae nas unidades de conservação estaduais de uso integral do Rio de Janeiro**. 2018. 48 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Instituto de Floresta, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

OLIVEIRA, L. S. B.; MARANGON, L. C.; FELICIANO, A. L. P.; LIMA, A. S.; CARDOSO, M. O.; SILVA, V. F. Florística, classificação sucessiona e síndromes de dispersão em um remanescente de Floresta Atlântica, Moreno-PE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 3, p. 502-507, 2011.

PEIXOTO, A. L., SILVA, I. M., PEREIRA-MOURA, M. V. L., & PEREIRA, O. J. Floristics and life forms along a topographic gradient, Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Rio de Janeiro, Brazil. **Rodriguésia**, v. 59, n.1, p.129-145, 2008.

PEREIRA, L. A.; AMORIM, B. S.; ALVES, M.; SOMNER, G. V.; BARBOSA, M. R. V. Flora da Usina São José, Igarassu, Pernambuco: Sapindaceae. **Rodriguésia**, v. 67, n. 4, p. 1047–1059, 2016.

REFLORA-HERBÁRIO VIRTUAL. Disponível em: <https://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/> Acesso em: 10 agosto 2020.

ROCHA, C. F. D., BERGALLO, H. G., VAN SLUYS, M., ALVES, M. A. S., & JAMEL, C. E. The remnants of restinga habitats in the Brazilian Atlantic Forest: A synthesis of their biodiversity. **Brazilian Journal of Biology**, v. 67, n. 2, p.371-381, 2007.

ROCHA, R. de O.; ROCHA, M. B. Levantamento de Espécies Exóticas em Unidades de Conservação: o Caso do Estado do Rio de Janeiro. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 10, p. 1-18, 2019.

ROCHI, H. S.; BONFIM, F. P. G.; ENGEL, V. L. **Potencial alimentício e medicinal das espécies nativas da Área de Proteção Ambiental, APA Corumbataí, Botucatu e Tajupá**,

Perímetro Botucatu. Dissertação de Mestrado em Horticultura, Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 2017.

ROSADO, A.; SOUZA, M. Lista de espécies de Sapindaceae para o estado do Paraná, Brasil. Boletim Do Museu Paraense Emílio Goeldi - **Ciências Naturais**, v. 17, n. 1, p. 239-249, 2022.

SANTO, I. E. **Diversidade e Distribuição de Sapindaceae arbustivo-arbóreas na Ilha Grande, Angra dos Reis, Brasil.** Dissertação de Mestrado, Museu Nacional do Rio de Janeiro, UFRJ, 2014.

SANTOS, H. Q. S.; OLIVEIRA, S. D.; PASSOS, F. V. A. A percepção do visitante na cachoeira Véu da Noiva – Parque Estadual Cunhambebe – RJ. **Revista Acadêmica Observatório de Inovação do Turismo**, Universidade UNIGRANRIO, v. 13, n. 2, 2019.

SANTOS, V. C.; SILVA, R. S. A.; SOMNER, G. V.; SÁ-HAIAD, B. Floral Anatomy of *Cupania emarginata*, a duodichogamous tree. **Brazilian Journal of Botany**, v. 45, n. 463-483, 2021.

SAPINDACEAE IN FLORA DO BRASIL 2020. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB216>. Acesso em: 20 março 2021

SCARANO, F. R. Structure, function and floristic relationships of plant communities in stressful habitats marginal to the Brazilian Atlantic Rainforest. **Annals of Botany**, v. 90, n. 4, p. 517-524, 2002.

SOMNER, G. V. Sapindaceae. In **Flora da APA Cairuçu, Paraty, RJ.** Espécies vasculares. Série Estudos e Contribuições, Rio de Janeiro (M. C. MARQUES; A. S. F. VAZ; R. MARQUETE, orgs.), Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, v. 14, p. 456-492, 1997.

SOMNER, G. V.; CARVALHO, A. L. G. de; ALLEN, J. Is the phenology of all restinga species the same? A taxonomically-focused study of Sapindaceae in a highly threatened coastal environment. **Flora**, v. 215, p. 92–101, 2015.

SOMNER, G. V.; CARVALHO, A. L. G. de; SIQUEIRA, C. T. Sapindaceae da restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 60, n. 3, p. 485-507, 2009.

SOMNER, G. V.; FERRUCCI, M. S. *Serjania littoralis* (Sapindaceae), a new species from Brazil. **Annales Botanici Fennici**, v. 46, n. 5, p. 479-483, 2009 a.

SOMNER, G. V.; FERRUCCI, M. S. Sapindaceae. In **Plantas da Floresta Atlântica** (J. R. STEHMANN, R. C. Forzza, A. Salino, M. Sobral, D. P. Costa, eds.), Rio de Janeiro, Jardim Botânico do Rio de Janeiro, p. 467-471. 2009 b.

SOMNER, G.V., FERRUCCI, M.S. & COELHO, R.L.G. 2014. Sapindaceae. In **Catálogo de Espécies de Plantas Vasculares e Briófitas do Estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://florariojaneiro.jbrj.gov.br>. Acesso em: 19 agosto 2020.

SOMNER, G. V.; FERRUCCI, M. S.; ROSA, M. M. T.; COELHO, R. L. Sapindaceae. In **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo, São Paulo** (M. G. L. WANDERLEY; G. J.

SHEPHERD; T. S. MELHEM; A. M. GIULIETTI; S. E. MARTINS, coords.), Instituto de Botânica, Fapesp/Imprensa Oficial, v. 6., 2009, p. 215-223.

SOMNER, G. V.; SANTOS, I. M. P. Sapindaceae do Parque do Curió e do Entorno. In **Parque do Curió** (M. E. Fraga, org.). Seropédica, RJ, 1 ed., p. 113-142, 2020.

SOMNER, G.V., SANTO, I., COELHO, R.L.G., FERRUCCI, M.S., AMARO, R., NEGRÃO, R., MESSINA, T. & WIMMER, F. Sapindaceae. In **Livro vermelho da flora endêmica do Estado do Rio de Janeiro** (G. Martinelli, E. Martins, M. Moraes, R. Loyola & R. Amaro, eds.). Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

SPECIESLINK WEBSITE. Disponível em: <http://smlink.cria.org.br/tools>. Acesso em: 10 agosto 2020.

TERBORGH, J. Bird species diversity on an Andean elevational gradient. **Ecology**, v. 58, p. 1007-1019, 1977.

VALENTE, A. S. M.; DIAS, J. M.; VENDA, A. K. L.; JUDICE, D. M.; REIS, JÚNIOR, J. S.; ABREU, M. B.; MAURENZA, D. Sapindaceae. In **Livro Vermelho da Flora do Brasil/CNCFLORA** (G. Martinelli & M. A. Moraes, orgs). Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1. ed., 2013, p. 952-955.

VELOSO, H. P.; RANGEL-FILHO, A. L. R. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro. p. 124, 1991.

CAPÍTULO II

ANÁLISE DA FAMÍLIA SAPINDACEAE EM RESPOSTA A GRADIENTES AMBIENTAIS NO PARQUE ESTADUAL DO CUNHAMBEBE, ESTADO DO RIO DE JANEIRO, BRASIL

CAPÍTULO II: ANÁLISE DA FAMÍLIA SAPINDACEAE EM RESPOSTA A GRADIENTES AMBIENTAIS NO PARQUE ESTADUAL DO CUNHAMBEBE, ESTADO DO RIO DE JANEIRO, BRASIL

VIANA, João Gabriel Gomes Viana. **Análise da família sapindaceae em resposta a gradientes ambientais no parque estadual do cunhambebe, estado do rio de janeiro, brasil.** Rio de Janeiro, 2024. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas (Botânica)) – Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

RESUMO

As espécies da família Sapindaceae são diretamente influenciadas por gradientes ambientais, com fatores abióticos desempenhando um papel crucial na sua distribuição. Este estudo avaliou como a riqueza, abundância e composição das espécies de Sapindaceae variam em resposta a diferentes variáveis ambientais: a) altitude; b) heterogeneidade ambiental; c) luminosidade; d) qualidade florestal (NDVI); e) sucessão ecológica; e f) umidade. A pesquisa foi realizada no Parque Estadual do Cunhambebe (Rio de Janeiro, Brasil), com a seleção de duas áreas específicas: Pedra Chata e Reserva Ecológica Rio das Pedras, reconhecidas por sua relevância ecológica e pela escassez de estudos sobre a flora local, além de compor áreas contínuas em representatividade de gradiente altitudinal. As relações entre os dados ambientais e as variáveis de riqueza e abundância foram analisadas sob premissa dos Generalized Mixed Models (GLMMs), sendo os testes desenvolvidos utilizando-se o programa Statistica 8.0, enquanto as variações na composição florística foram investigadas através de análises multivariadas, considerando os dados de ocorrência das espécies em relação aos dados de gradientes ambientais. Já análise quanto o potencial indicador das espécies em relação ao ambiente foi captado a partir de observações de campo e em trabalhos especializados sobre a família Sapindaceae, criando-se na matriz de dados analisadas através do TWINSpan. Os resultados demonstraram que as variáveis ambientais, como qualidade florestal e heterogeneidade ambiental, têm uma influência significativa sobre a riqueza ($WS = 11,03$ e $p = < 0,001$; $WS = 37,43$ e $p = < 0,001$, respectivamente) e abundância ($WS = 26,33$ e $p = < 0,001$; $WS = 128,94$ e $p = < 0,001$, respectivamente) de espécies de Sapindaceae, indicando que a dinâmica dessas espécies não é aleatória, mas sim determinada pelo gradiente ambiental presente no parque. O gradiente de altitude, por exemplo, foi um condicionador para a composição de espécies, porém aliado a interações com outros fatores ambientais como qualidade florestal (NDVI), luminosidade e heterogeneidade. As faixas de altitude mais baixas apresentaram maior incidência luminosa e menor NDVI, em contraste com as maiores faixas de altitude, que apresentaram resultados opostos, sendo as espécies *Serjania multiflora*, *Paullinia carpopoda*, *Paullinia trigonia* e *Thinouia scandens*, espécies indicadores destas faixas mais elevadas e com NDVI elevado.

CHAPTER II: ANALYSIS OF THE SAPINDACEAE FAMILY IN RESPONSE TO ENVIRONMENTAL GRADIENTS IN CUNHAMBEBE STATE PARK, STATE OF RIO DE JANEIRO, BRAZIL

João Gabriel Gomes Viana¹, Genise Vieira Somner² & Ivo Abraão Araújo da Silva³

1 Universidade Federal do Rio de Janeiro Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Botânica)/Museu Nacional;

2 Universidade Federal do Rio de Janeiro Departamento de Ciências Biológicas (Botânica)

3 Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Departamento de Botânica/ICBS

ABSTRACT

Species of the Sapindaceae family are directly influenced by environmental gradients, with abiotic factors playing a critical role in their distribution. This study assessed how species richness, abundance, and composition of Sapindaceae vary in response to different environmental variables: a) altitude; b) environmental heterogeneity; c) light availability; d) forest quality (NDVI); e) ecological succession; and f) humidity. The research was conducted in the Parque Estadual do Cunhambebe (Rio de Janeiro, Brazil), focusing on two specific areas: Pedra Chata and the Reserva Ecológica de Rio das Pedras, recognized for their ecological significance and the lack of studies on local flora, as well as their representation of a continuous altitudinal gradient. Relationships between environmental data and richness and abundance variables were analyzed under the premise of Generalized Mixed Models (GLMMs), with tests conducted using Statistica 8.0. Floristic composition variations were examined through multivariate analyses, based on species occurrence data in relation to environmental gradient data. The species' indicator potential relative to the environment was captured through field observations and specialized studies on the Sapindaceae family, resulting in a data matrix analyzed via TWINSpan. Results demonstrated that environmental variables, such as forest quality and environmental heterogeneity, significantly influenced Sapindaceae species richness (WS= 11.03, $p < 0.001$; WS= 37.43, $p < 0.001$, respectively) and abundance (WS= 26.33, $p < 0.001$; WS= 128.94, $p < 0.001$, respectively), indicating that the species dynamics are not random but rather determined by the park's environmental gradient. Altitude, for instance, was a determinant for species composition, in interaction with other environmental factors like forest quality (NDVI), light availability, and heterogeneity. Lower altitude bands showed higher light incidence and lower NDVI values, contrasting with higher altitude bands that showed opposite trends, with species such as *Serjania multiflora*, *Paullinia carpopoda*, *Paullinia trigonia*, and *Thinouia scandens* acting as indicators of these higher and high NDVI zones.

1. INTRODUÇÃO

A avaliação da interação das comunidades botânicas com o meio ecológico é fundamental para entender a dinâmica dos ecossistemas. Estudos realizados em diversos contextos geográficos, como na Amazônia Peruana e na província de Yunnan, na China, demonstram a importância dessas interações tanto para a família Sapindaceae quanto para outros grupos botânicos (TUOMISTO & RUOKOLAINEN, 1994; TUOMISTO et al., 2003; BUTT et al., 2008; ZHANG et al., 2015; ADAYEMI et al., 2012; HAGEER et al., 2017). No entanto, estudos que avaliam exclusivamente a relação de uma única família botânica, como as Sapindaceae, com fatores ambientais na Floresta Atlântica são escassos.

A Floresta Atlântica é largamente conhecida por ser o berço e habitat de diversas espécies da flora e da fauna, sendo considerado um dos principais *hotspots* de conservação mundial mesmo com 11,4% a 16% da sua cobertura original (SOS MATA ATLÂNTICA, 2018; MYERS et al., 2000; BIODIVERSITY HOTSPOTS, 2001; MITTERMEIER et al., 2005; RIBEIRO et al., 2009). Esforços de conservação vem sendo estudados e implementados para manter os índices de conservação dessa fitofisionomia que detêm altos níveis de endemismo. Estima-se que cerca de 20.000 espécies de árvores estão presentes na Floresta Atlântica onde metade são endêmicas (BIODIVERSITY HOTSPOTS, 2001).

Dentro da Floresta Atlântica, as variações altitudinais constituem um importante fator que contribui para a ocorrência de alta diversidade biológica, dado que as florestas se estendem do nível do mar até a altitude de 1.800 metros, em média. Além disso, as matas do interior diferem consideravelmente das matas do litoral, proporcionando uma maior variedade de habitats. Somado a estes fatores, a evolução da comunidade antrópica altera consideravelmente a estrutura da paisagem e as condições micro e macro biológicas de um local, seja ele de alta ou baixa altitude, seja de litoral ou interior. Estes fatores abióticos em conjunto resultam numa diversidade única de paisagens, que abrigam extraordinária biodiversidade (BIODIVERSITY HOTSPOTS, 2001).

Estudos que avaliam a interação de levantamentos florísticos com o meio abiótico para a Mata Atlântica são diversos (ESPÍRITO-SANTO et al., 2002; BOTELHO, 2015; MENDES, 2016; CAMPOS, 2022). Entretanto, como mencionado anteriormente, estudos com análises ecológicas das relações de uma dada família e os fatores ambientais dos seus locais de ocorrência não são comuns. Gonçalves (2016) demonstrou a importância desse modelo de estudo quando avalia a família Melastomataceae na região serrana do estado do Rio de Janeiro,

onde em suas análises percebeu-se que a distribuição altitudinal das espécies segue o modelo de Mid Domain Effect (MDE) e que as variáveis ambientais agregadas à posição geográfica são eficientes para explicar a distribuição da família.

No contexto da Floresta Atlântica, essas informações são dadas a sua elevada representatividade em termos de biodiversidade específica, genética, redes de interações ecológicas e as dimensões de suas Unidades de Conservação, que, apesar do reconhecimento desses atributos, ainda carecem de muitas pesquisas e informações direcionadas a grupos específicos, como é o caso do Parque Estadual Cunhambebe (PEC) (INEA, 2014).

A família Sapindaceae é representada por espécies que expressam diversidade morfológica, fisiológica e variações ecológicas que refletem o potencial bioindicador do grupo para estudos voltados à investigações ambientais. Nesse contexto, essa família expressa um potencial para ser utilizada como parâmetro para avaliação ecológica para o PEC, com base, por exemplo, na avaliação do grupo ecológico das lianas e cipós de Sapindaceae que ocorrem no parque. O estudo desse das Sapindaceae pode fomentar dados de mosaicos de vegetação em diferentes estágios sucessionais, fornecendo informações significativas quanto ao uso e ocupação do solo, devido a característica de indicadores ecológicos que estes grupos, tanto pelas lianas quanto as árvores, apresentam (ENGEL et al, 1998; BARROS et al, 2009).

Considerando o potencial de respostas que a família Sapindaceae possuem em relação às variáveis ambientais, este estudo teve como objetivo analisar a riqueza, abundância e composição florística das espécies em resposta às variações ambientais (ex.: altitude, formação florestal, qualidade florestal, umidade) e o potencial bioindicador das espécies em relação aos seus locais de ocorrência em uma Unidade de Conservação de extrema importância para a Floresta Atlântica e para o estado do Rio de Janeiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. AMOSTRAGEM E COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi baseada em levantamento bibliográfico e florístico das espécies de Sapindaceae, ocorrentes nas áreas selecionadas e que foram apresentadas no Capítulo I desta pesquisa. Nesta coleta de dados, o objetivo foi trabalhar com remanescentes de florestas submetidos a condições climáticas similares e que houvesse uma conectividade florestal entre si. Essas premissas foram importantes, uma vez que fatores como regime climático e isolamento geográfico não foram analisados. A Reserva Ecológica de Rio das Pedras (RERP) e a Pedra

Chata (PC) estão próximos da mesma paisagem, e foi analisado um gradiente ambiental cuja a altitude variou de 20 a 1518 metros. Até os primeiros 702 metros, a região amostrada correspondeu a RERP, sendo as coletas realizadas na PC correspondente à faixa dos 576 aos 1518 metros. Nota-se que há um similaridade altitudinal 576 a 702 metros.

Para a realização do inventário florístico da família Sapindaceae, foram feitas campanhas para coletas de campo entre 2020 e 2022, uma vez por mês em cada área de estudo, de forma que cada campanha era constituída por 2 a 3 dias de amostragem. Foi utilizado o método de caminhamento nas trilhas principais, hora adentrando perpendicularmente para interior da mata para garantir uma ampla coleta das espécies nas diferentes formações vegetais do parque. O critério de inclusão para a coleta dos espécimes arbóreos foi que estes tivessem pelo menos 0,5 metros de altura, e para as lianas foram estar sobre os forófitos. Complementando essas estratégias, visando obter informações sobre distribuição das espécies nas formações vegetacionais e seus habitats e espécies classificadas como endêmicas e ameaçadas de extinção foram realizadas consultas ao Valente et al. (2013) no Livro Vermelho da flora do Brasil e Somner et al. (2018) no Livro Vermelho de espécies endêmicas do Estado do Rio de Janeiro, assim como na Flora e Funga do Brasil (2024).

Como unidade amostral para agrupamento dos pontos de coleta que compuseram esta pesquisa, foram determinados intervalos de 100m ao longo de todo o gradiente altitudinal amostrado, o qual variou de 20 a 1520 metros. Cada indivíduo amostrado representou um ponto de coleta, onde foram registradas informações a respeito dos microhabitats, sendo observados os seguintes aspectos ecológicos: habitats, hábitos e padrões sazonais. Cada ponto de coleta das espécies foi georreferenciado e ambientalmente caracterizado (por exemplo: altitude, fatores microclimáticos, disponibilidade hídrica, tipos vegetacionais, tipos de solo, luminosidade).

Em relação aos dados físicos, foram coletadas as seguintes informações em relação aos locais de ocorrência de cada espécime:

1-Qualidade florestal: variável composta a partir da interação de dados, em cada ponto de coleta, entre a umidade, a luminosidade, o estágio sucessional da floresta (com base nas instruções do CONAMA nº 06 de 04 de maio de 1994) e o Normalized Difference Vegetation Index (NDVI);

2-Heterogeneidade ambiental: variável referente à interação entre substrato (solo, rocha, palustre), declividade, dossel (luminosidade, presença de clareira) e composição dos

estratos vegetais (herbáceo, arbustivo e arbóreo), e que são categorizados em: HO - tendência a homogeneidade - com pouca variação de substrato, inclinação e luminosidade e a baixa possibilidade de existência de diferentes habitats para o desenvolvimento; IN - heterogeneidade intermediária - com variações proporcionadas pela combinação de ao menos três atributos ambientais (por exemplo: substrato, declividade e dossel); e HE - elevada heterogeneidade - ambientes que integram várias condições de habitat, mais conservado, proporcionados por diferentes combinações entre as variações de cada atributo ambiental, viabilizando diferentes habitats para desenvolvimento de espécies;

Os dados referentes ao NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) e ao índice de umidade são retirados a partir das bandas de imagens de satélite. Primeiro, foi necessário obter as imagens de satélite que contenham as bandas espectrais adequadas oriundas do Landsat retiradas da base de dados do USGS . Science for a Changing World.

Para calcular o NDVI, utilizam-se principalmente duas bandas espectrais: a banda do vermelho (Red) e a banda do infravermelho próximo (Near Infrared, NIR). O NDVI é calculado utilizando a fórmula: $NIR-RED/NIR+RED$. Essa fórmula explora a diferença entre a reflexão da vegetação no infravermelho próximo, que é alta devido à estrutura celular das plantas, e no vermelho, que é baixa devido à absorção pela clorofila. O resultado é um valor entre -1 e 1, onde valores mais próximos de 1 indicam vegetação densa e saudável, enquanto valores próximos de 0 ou negativos indicam pouca ou nenhuma vegetação.

Para obter o índice de umidade, utiliza-se frequentemente o NDWI (Índice de Diferença Normalizada de Água). Este índice pode ser calculado usando diferentes bandas, dependendo do tipo específico de NDWI desejado. Uma fórmula comum para o NDWI utiliza a banda do verde (Green) e a banda do infravermelho próximo (NIR): $Green-NIR/Green+NIR$. Esses índices são sensíveis à presença de água e ajudam a identificar áreas com diferentes níveis de umidade.

Uma vez calculados, tanto o NDVI quanto o NDWI puderam ser visualizados como imagens de índice, onde cada pixel representa um valor do índice, permitindo a análise espacial da vegetação e da umidade do solo. As imagens puderam ser processadas e analisadas utilizando softwares de geoprocessamento QGIS.

Para determinar a luminosidade de cada local de observação dos espécimes, foi utilizado a aplicação CanopyEye. Com o aplicativo instalado e a câmera calibrada, posicionou-se nos

pontos de observação de espécies de Sapindaceae dentro da floresta. A câmera do dispositivo é orientada diretamente para cima, em direção ao dossel. Para garantir que a imagem capturada seja representativa do dossel acima. Utilizou-se a câmera do dispositivo para tirar fotografias hemisféricas do dossel, capturando a distribuição da folhagem e os espaços abertos, o que permite a análise da penetração de luz.

Após a captura das imagens, o aplicativo processa as fotografias para calcular índices de luminosidade e cobertura do dossel. O processamento envolve a análise dos pixels na imagem para determinar a proporção, em porcentagem, de áreas cobertas por folhagem em comparação com as áreas abertas.

2.2. ANÁLISE DOS DADOS

Autocorrelação entre variáveis explanatórias

Os dados observados para as variáveis ambientais “Qualidade Florestal”, “Luminosidade” e “Umidade” apresentaram correlação entre si, sendo a “Qualidade Florestal” positivamente relacionada à “Umidade” ($p > 0,05$; $r = 0,96$) e inversamente associada à “Luminosidade” ($p > 0,05$; $r = -0,79$). No que se refere à relação entre qualidade florestal e estágio sucessional, foi verificado que, entre as áreas de coleta, os ambientes considerados em “Estágio Inicial de Sucessão” apresentaram os menores índices de “Qualidade Florestal – NDVI” ($F = 4,82$; $p = 0,023$). Pettorelli e colaboradores (2005), sugerem que tal relação é fundamentada em estudos ecológicos e de sensoriamento remoto, o que demonstra que a baixa densidade e diversidade da vegetação em ambientes com sucessão ecológica inicial, quando comparada com as de ambientes com sucessão ecológica mais avançada, resulta em menores índices de NDVI e está dentro do esperado, o que corrobora com o resultado deste estudo.

Dadas essas associações entre às variáveis ambientais aqui expostas, a Qualidade Florestal foi utilizada como parâmetro único para explicar às variações nos dados biológicas das espécies em resposta às condições de microclima e cobertura florestal.

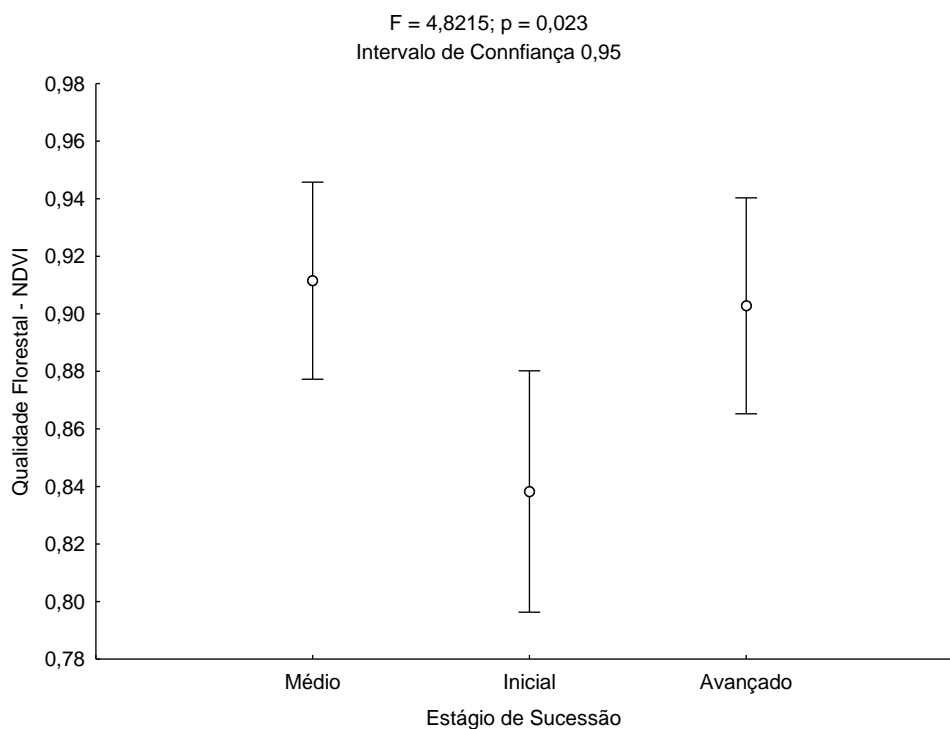


Figura 12: Relação entre a qualidade florestal, expressa em NDVI, e o estágio de sucessão florestal das áreas de coleta de Sapindaceae localizadas nos municípios de Mangaratiba e Rio Claro, Rio de Janeiro, Brasil.

Análise dos dados de riqueza e abundância

A riqueza e a abundância das espécies foram analisadas sob premissa dos Generalized Mixed Models (GLMMs) (McCulloch & Searle 2001), sendo os testes desenvolvidos utilizando-se o programa Statistica 8.0 (STATSOFT 2007).

Para estudo da composição florística nas diferentes faixas altitudinais e nos seus ambientes associados, primeiro, foi aplicado uma análise de curva de dominância, com o intuito de verificar a suficiência amostral. No que se refere ao compartilhamento de espécies, foram feitas análises de similaridade florística através do Coeficiente de Similaridade de Bray-Curtis, baseado na presença e abundância das espécies, através do uso do programa PC-Ord 6 (MCCUNE & MEFFORD, 2011).

Em complementariedade, ainda no estudo da composição florística, foram aplicadas Análises de Componentes Principais (PCA) e Análises de Correspondência Canônica (CCA) para observação da distribuição das espécies ao longo de gradiente ambiental e suas relações com os dados ambientais investigados, também utilizando como base a plataforma estatística PC-Ord 6 (MCCUNE & MEFFORD, 2011).

2.3. ESPÉCIES INDICADORAS

Para a análise de potencial indicador das espécies (em relação aos ambientes que habitam) foram feitas observações em campo, que tiveram como finalidade o registro dos seus habitats de ocorrência, comparando-se com os habitats citados em trabalhos especializados com o grupo das Sapindaceae, reforçando a relação espécie-habitat.

Além disso, a matriz de dados de incidência das espécies foi analisada através do TWINSpan, com o objetivo de detectar a ocorrência de espécies indicadoras de condições ambientais (KENT & COCKER, 1992), utilizando o programa PC-Ord 6 (MCCUNE & MEFFORD, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento realizado para o estudo resultou no registro de 33 espécies e sete gêneros de Sapindaceae no Parque Estadual do Cunhambebe (PEC) (Tabela 3), especificamente nas áreas de Pedra Chata (PC) e Reserva Ecológica de Rio das Pedras (RERP) (Figura 11). Os gêneros com maior representatividade foram *Serjania* (13 espécies) e *Paullinia* (oito espécies), ambas correspondendo a 61,77% das espécies determinadas. A família Sapindaceae é conhecida por sua adaptabilidade a diversos substratos e ambientes, o que explica a riqueza observada (ACEVEDO-RODRÍGUEZ et al., 2011; BUERKI et al., 2010), assim como o gênero *Serjania*, com o maior número de representantes, que apresenta uma alta diversidade de espécies principalmente em florestas primárias e secundárias, bem como em diferentes faixas altitudinais (ACEVEDO-RODRÍGUEZ, 1993; GENTRY, 1996, (LIMA et al, 2006; BARROS et al, 2009; SOMNER et al, 2009; SOMNER & FERRUCCI, 2009 b; SANTOS, 2014; FRAZÃO & SOMNER, 2016; PEREIRA, 2016; SOMNER & SANTOS, 2020; ROSADO & SOUZA, 2022).

Tabela 3: Riqueza e abundância de espécies registradas no Parque Estadual do Cunhambebe com indicação do hábito, número de espécimes e faixas de altitude (Flora e Funga do Brasil, 2023; Somner & Ferrucci, 2009).

| Táxon | Hábito | Nº espécimes | Faixas de Altitude |
|--------------------------------|---------|--------------|-----------------------|
| <i>Allophylus petiolulatus</i> | Arbusto | 20 | 1, 2, 10, 11, 12 |
| <i>Allophylus racemosus</i> | Arbusto | 4 | 1, 2, 9 |
| <i>Allophylus semidentatus</i> | Arbusto | 2 | 2 |
| <i>Cupania furfuracea</i> | Árvore | 2 | 11, 12 |
| <i>Cupania oblongifolia</i> | Árvore | 115 | 1, 2, 3, 9, 10 |
| <i>Cupania racemosa</i> | Árvore | 8 | 6, 7, 8, 9 |
| <i>Cupania vernalis</i> | Árvore | 9 | 9, 10, 11, 13, 14, 15 |

| Táxon | Hábito | Nº espécimes | Faixas de Altitude |
|--------------------------------|---------------|---------------------|---------------------------------|
| <i>Matayba grandis</i> | Árvore | 1 | 1 |
| <i>Paullinia bicorniculata</i> | Liana | 9 | 9, 10 |
| <i>Paullinia carpopoda</i> | Liana | 20 | 3, 7, 10, 11, 12, 13, 15 |
| <i>Paullinia marginata</i> | Liana | 1 | 2 |
| <i>Paullinia meliifolia</i> | Liana | 65 | 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12 |
| <i>Paullinia micrantha</i> | Liana | 6 | 1, 13 |
| <i>Paullinia rubiginosa</i> | Liana | 9 | 1, 6, |
| <i>Paullinia spicata</i> | Liana | 2 | 4 |
| <i>Paullinia trigonia</i> | Liana | 36 | 6, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 |
| <i>Serjania caracasana</i> | Liana | 31 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9 |
| <i>Serjania communis</i> | Liana | 8 | 2, 9 |
| <i>Serjania confertiflora</i> | Liana | 4 | 1, 2, 4 |
| <i>Serjania corrugata</i> | Liana | 2 | 1, 5 |
| <i>Serjania cuspidata</i> | Liana | 5 | 1, 5, 10, 11, 13 |
| <i>Serjania deflexa</i> | Liana | 6 | 7, 11 |
| <i>Serjania fuscifolia</i> | Liana | 12 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9 |
| <i>Serjania glutinosa</i> | Liana | 5 | 9, 12, 13 |
| <i>Serjania lamprophylla</i> | Liana | 11 | 2, 3, 4, 7, 11, 13 |
| <i>Serjania laruotteana</i> | Liana | 25 | 9, 10, 11, 13 |
| <i>Serjania meridionalis</i> | Liana | 2 | 1 |
| <i>Serjania multiflora</i> | Liana | 10 | 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13 |
| <i>Serjania tenuis</i> | Liana | 6 | 1, 3 |
| <i>Thinouia scandens</i> | Liana | 31 | 2, 3, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 13 |
| <i>Thinouia ventricosa</i> | Liana | 1 | 2 |
| <i>Urvillea stipitata</i> | Liana | 8 | 1, 3, 4 |
| <i>Urvillea triphylla</i> | Liana | 2 | 2 |

Leganda: Faixas de altitude e seus limites, Faixa 1 (20-120 m); Faixa 2 (121-220 m); Faixa 3 (221-320 m); Faixa 4 (321-420 m); Faixa 5 (421-520 m); Faixa 6 (521-620 m); Faixa 7 (621-720 m); Faixa 8 (721-820 m); Faixa 9 (821-920 m); Faixa 10 (921-1020 m); Faixa 11 (1021-1120 m); Faixa 12 (1121-1220 m); Faixa 13 (1221-1320 m); Faixa 14 (1321-1420 m); Faixa 15 (1421-1520 m).

A análise da curva de dominância de espécies é uma ferramenta crucial na ecologia para entender a estrutura das comunidades vegetais. As curvas ilustram a distribuição da abundância dos indivíduos dentro de uma comunidade, proporcionando insights sobre a equabilidade e a dominância ecológica (GOODWIN & VAUPEL, 1985). A forma da curva pode revelar informações sobre processos ecológicos como competição, sucessão e perturbação ambiental (MAGURRAN, 2004).

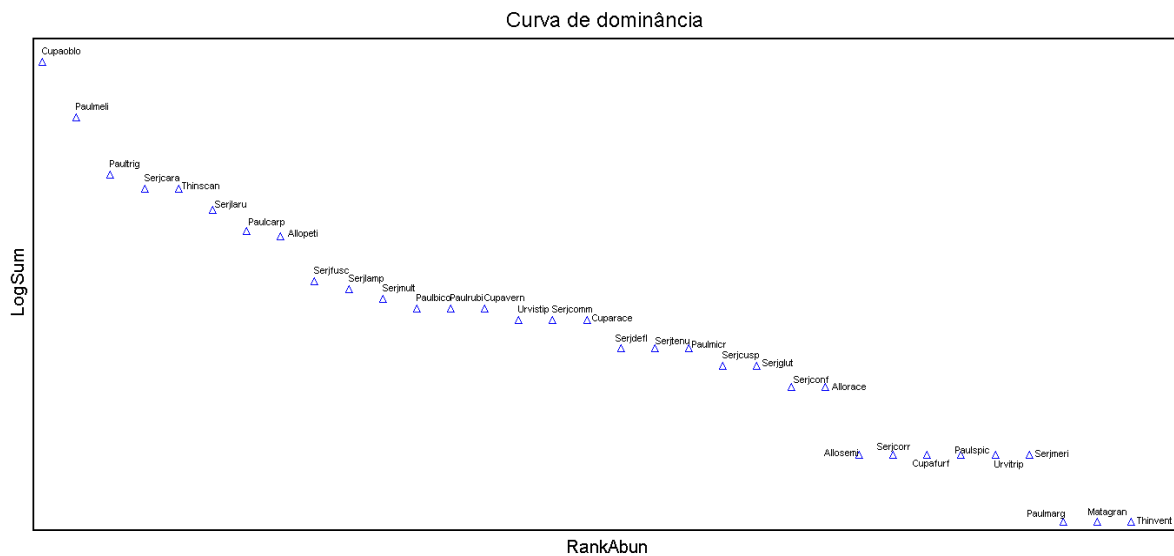


Figura 13: Curva de dominância das espécies coletadas nas áreas de estudo, com base na abundância acumulada dos indivíduos de Sapindaceae nas áreas de coleta localizadas nos municípios de Mangaratiba e Rio Claro, Rio de Janeiro, Brasil.

A curva de acumulação de espécies para este trabalho (Figura 10), sugeriu que a amostragem foi suficiente para capturar a maioria das espécies presentes, com a possibilidade da existência de espécies ainda não detectadas. Além disso, a curva de dominância da família Sapindaceae, baseada na abundância acumulada dos indivíduos registrados no levantamento deste trabalho, sugere um modelo de estrutura da comunidade para esta região estudada da PEC, especificamente para Rio das Pedras e Pedra Chata, que pode estar associado a preferências por determinado ambiente ou altitude, com destaque para as espécies *Cupania oblongifolia*, *Paullinia meliifolia*, *Serjania larutotteana* e *Serjania tenuis* pela abundância elevada, e *Allophylus semidentatus*, *Cupania furfuracea*, *Matayba grandis*, *Paullinia marginata*, *Serjania corrugata* e *Thinouia ventricosa* pela baixa abundância.

A baixa abundância da espécie *Paullinia marginata* evidência o fato da espécie ser classificada como Em perigo (EN) à nível de extinção, juntamente com *Cupania furfuraceae* e *Serjania tenuis*, ambas, classificadas como Vulnerável (VU) (VALENTE et al., 2013; SOMNER et al., 2018; FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2024).

Paullinia marginata foi registrado em altitudes mais baixas, especificamente a 205 metros, em áreas heterogêneas, apresentando estágio médio de sucessão ecológica e com baixa luminosidade, próximo a curso d'água. Ou seja, o NDVI alto (0,92) onde a espécie foi observada indica uma vegetação densa e saudável, com disponibilidade de água no solo devido à alta umidade e proximidade com recursos hídricos. Apontando assim uma possível exigência quanto a oferta de habitats e complexidade ambiental que a espécie necessita para o seu estabelecimento.

Cupania furfuracea esteve presente em altitudes elevadas, variando entre 1041 e 1137 metros. Os registros indicam NDVI alto e variação no NDWI, sugerindo vegetação saudável e diferentes níveis de disponibilidade de água. A espécie é encontrada tanto em estágios iniciais quanto avançados de sucessão e mostra uma variação entre áreas heterogêneas e intermediárias no que tange a heterogeneidade ambiental, demonstrando flexibilidade em diferentes habitats ecológicos. Em termos de luminosidade, *Cupania furfuracea* apresenta uma alta variação, de 16% a 80%, o que sugere uma tolerância a uma ampla gama de condições de luminosidade, desde áreas mais sombreadas até abertas.

Serjania tenuis é amplamente distribuída em altitudes mais baixas, variando de 98 a 279 metros, e apresenta variação em heterogeneidade ambiental, entre heterogêneo e intermediário. O NDVI consistentemente alto e o NDWI variado indicam uma vegetação densa e saudável, com variação na disponibilidade de água. Esta espécie é predominantemente encontrada em estágios médios de sucessão, mostrando uma preferência por áreas em regeneração intermediária. A luminosidade para *Serjania tenuis* varia significativamente, de 11% a 73%, sugerindo que a espécie pode prosperar em diferentes condições de luz, desde áreas mais sombreadas a moderadamente iluminadas.

Essas espécies são raras e ocorrem no Parque Estadual do Cunhambebe (PEC) devido às suas específicas exigências ecológicas indicadas. *Paullinia marginata* necessita de habitats complexos, diversos e sombreados, encontrados em altitudes mais baixas com alta heterogeneidade ambiental. Já *Cupania furfuracea* e *Serjania tenuis* são mais flexíveis, adaptando-se a uma ampla gama de condições ambientais, incluindo variações em altitude, estágio de sucessão e luminosidade. Essa flexibilidade pode explicar sua presença no PEC, que oferece uma diversidade de microhabitats necessários para sustentar essas espécies.

RIQUEZA E ABUNDÂNCIA

Os resultados indicam que tanto a riqueza (número de espécies) quanto a abundância (número de indivíduos) de Sapindaceae respondem às variações de “Qualidade florestal – NDVI” e de “Heterogeneidade ambiental” (Tabela 4) para este trabalho. Apresentando maior número de espécies e de indivíduos em localidades com maiores índices de NDVI e nas áreas de coleta com heterogeneidade ambiental intermediária (Figuras 12 e 13). Estes resultados são coerentes com estudos que mostram que áreas com maior biomassa e densidade vegetativa oferecem mais recursos e habitats, promovendo uma maior diversidade de espécies (Pettorelli et al., 2005) e que uma heterogeneidade ambiental intermediária pode maximizar a

biodiversidade ao oferecer uma variedade de micro-habitats, sem causar fragmentação excessiva que poderia isolar populações (TEWS et al., 2004).

Por outro lado, a variável “Altitude” não provocou repostas na variação de riqueza (WS= 1,04 e p= 0,307) e de abundância (WS= 0,0037 e p= 0,951) da família para as áreas estudadas. Este resultado indica que, para estas áreas, a altitude não é um fator determinante para a diversidade de espécies da família. No entanto, cabe ressaltar que, a variação altitudinal é um filtro de seleção de composição das diferentes espécies de Sapindaceae dentro da área de estudo, sendo algumas ocorrentes somente na RERP (24 sp.) e outras na PC (22 sp.) (Figura 11). Embora o número de espécies e seus respectivos indivíduos não tenham expressado variações em relação à altitude, vale destacar que a maioria das espécies registradas tem preferência entre uma das áreas estudadas, em referência às altitudes que elas representam.

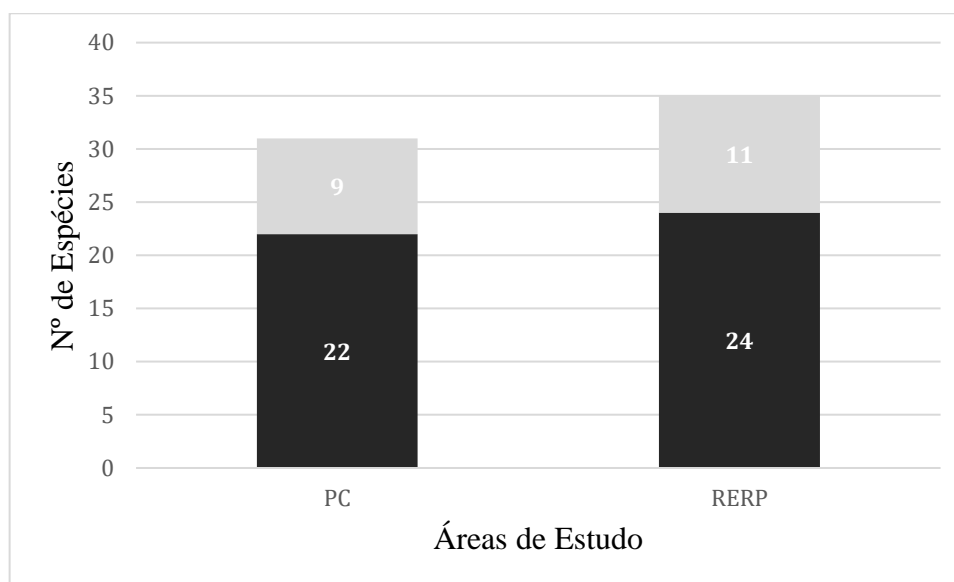


Figura 14: Riqueza total de espécies (preto) e espécies exclusivas (cinza) da família Sapindaceae ocorrentes na Reserva Ecológica de Rio das Pedras e Pedra Chata, localizadas no Parque Estadual do Cunhambebe, no estado do Rio de Janeiro.

Tabela 4: Quadro estatístico para as variáveis “Qualidade Florestal – NDVI” e “Heterogeneidade Ambiental” com relação as variáveis Riqueza e Abundância.

| Variáveis explicativas | Qualidade Florestal | | Heterogeneidade Ambiental | |
|------------------------|----------------------|---------|---------------------------|---------|
| | Valores estatísticos | | | |
| Variáveis respostas | WS | P | WS | P |
| Riqueza | 11,03 | < 0,001 | 26,33 | < 0,001 |
| Abundância | 37,43 | < 0,001 | 128,94 | < 0,001 |

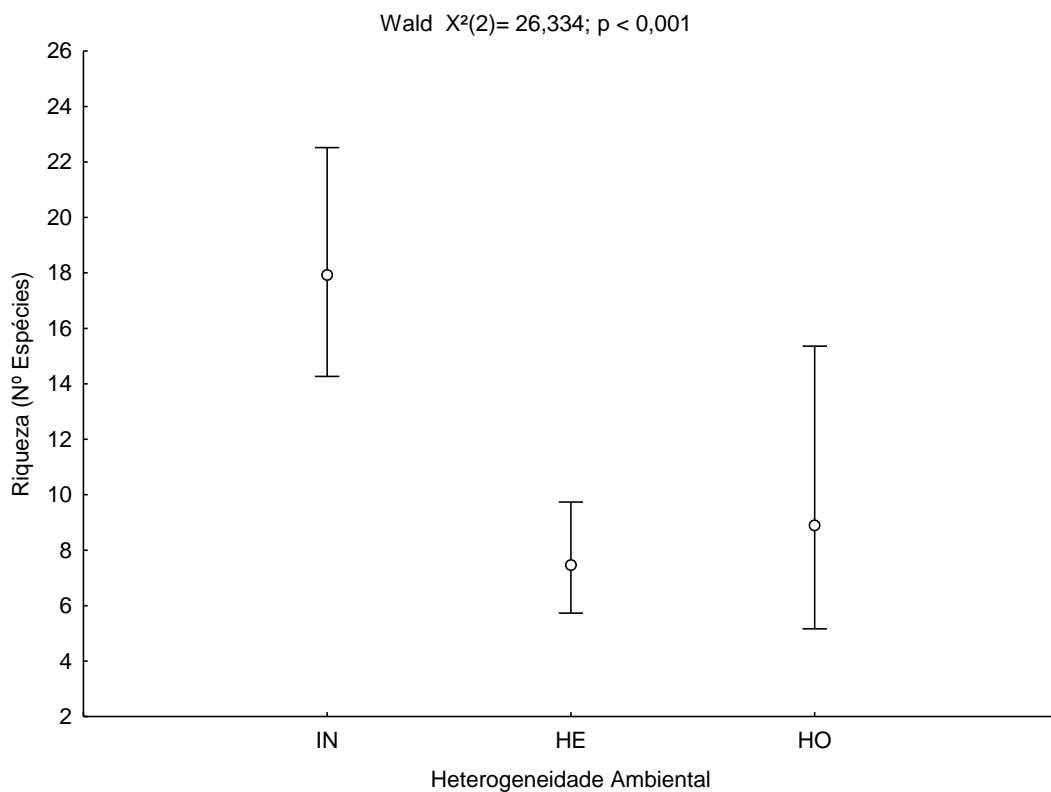


Figura 15: Influência da heterogeneidade ambiental ($WS = 128,94$ e $p < 0,001$) na riqueza de espécies de Sapindaceae em áreas de coleta localizadas nos municípios de Mangaratiba e Rio Claro, Rio de Janeiro, Brasil.

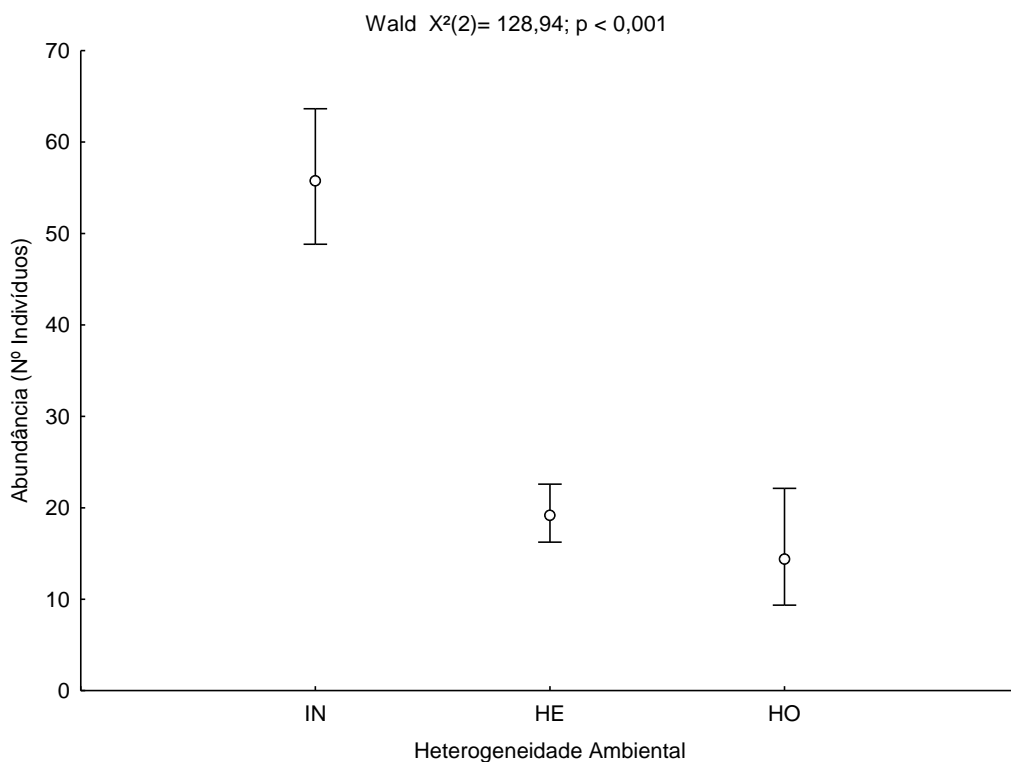


Figura 16: Influência da heterogeneidade ambiental ($WS = 128,94$ e $p < 0,001$) na abundância de indivíduos de Sapindaceae em áreas de coleta localizadas nos municípios de Mangaratiba e Rio Claro, Rio de Janeiro, Brasil.

Os resultados (Figuras 12 e 13) mostram que a categoria de heterogeneidade intermediária (IN) apresenta a maior riqueza e abundância de espécies, com uma média de cerca de 20 espécies e 55 indivíduos. Por outro lado, a categoria de heterogênea (HE) apresenta a menor riqueza de espécies, mas com uma abundância mediana, com uma média de cerca de 6 espécies e 20 indivíduos. Já a categoria de homogênea (HO) tem uma riqueza de espécies intermediária e a menor abundância, com uma média de cerca de 10 espécies e 17 indivíduos.

A alta riqueza e abundância na categoria IN pode ser atribuída à combinação equilibrada de características dos ambientes HE e HO. Ambientes de IN proporcionam uma variedade de habitats ecológicos suficientes para sustentar tanto espécies generalistas quanto especialistas da família Sapindaceae. Essa diversidade de habitats promove a coexistência de uma maior diversidade de espécies, resultando em uma maior riqueza e abundância.

Em contraste, a categoria HE, apesar de ser o ambiente mais conservado e com a maior oferta de habitats especializados, apresenta uma menor riqueza de espécies. No entanto, há a presença de espécies exclusivas dessa categoria, como *Paullinia marginata*, *Serjania corrugata*, *Serjania laruotteana* e *Thinouia ventricosa*. Isso pode ser explicado pelo fato de que ambientes com alta heterogeneidade oferecem condições específicas que são favoráveis principalmente para espécies especialistas. Essas espécies, enquanto altamente adaptadas, tendem a ser menos numerosas em termos de diversidade devido à sua estreita faixa de tolerância ecológica.

A categoria HO, por outro lado, apresenta uma riqueza de espécies intermediária e a menor abundância. Ambientes homogêneos, frequentemente associados a condições degradadas e alta exposição à luz e à antropização, tendem a favorecer espécies generalistas que podem sobreviver em condições variadas. No entanto, a homogeneidade do ambiente limita a oferta de habitats ecológicos, resultando em uma menor capacidade de suportar uma alta abundância de indivíduos. A baixa diversidade de condições ambientais e a presença predominante de espécies generalistas explicam a menor abundância observada.

Esses resultados destacam a importância da heterogeneidade ambiental na determinação da composição e estrutura das comunidades vegetais. Ambientes intermediários parecem oferecer um equilíbrio ideal de recursos e condições que suportam uma maior diversidade e número de indivíduos. Por outro lado, ambientes altamente especializados ou altamente degradados tendem a suportar comunidades menos diversas ou menos abundantes.

A variação na riqueza e abundância de espécies pode ser discutida à luz da literatura existente. Estudos têm demonstrado que a heterogeneidade ambiental é um fator crucial para a manutenção da biodiversidade. De acordo com MacArthur e Wilson (1967), a Teoria da

Biogeografia de Ilhas sugere que áreas com maior heterogeneidade ambiental tendem a suportar uma maior diversidade de espécies devido à disponibilidade de nichos ecológicos distintos. Essa teoria pode explicar por que a categoria IN apresenta uma maior diversidade de espécies nos resultados. As áreas de estudo, que passaram por projetos de reflorestamento, mostraram sinais de progresso na sucessão ecológica, criando habitats favoráveis ao desenvolvimento das espécies. Como resultado, essas áreas em processo de sucessão ecológica tendem a abrigar um maior número de espécimes nas áreas intermediárias.

Além disso, estudos empíricos, como os de Tews et al. (2004), mostram que a complexidade estrutural do habitat está positivamente correlacionada com a diversidade de espécies. Habitats mais complexos oferecem mais recursos e refúgios, permitindo a coexistência de um maior número de espécies. A baixa riqueza de espécies na categoria HE pode ser indicativa de um ambiente menos complexo quanto à oferta de habitats e, portanto, menos capaz de suportar uma diversidade elevada, corroborando o alto índice de espécies na classe IN.

A categoria HO, que apresenta uma riqueza de espécies intermediária em comparação às categorias HE e IN, sugere uma heterogeneidade ambiental moderada a baixa, com grande influência antrópica. Como demonstrado por Huston (1994), áreas com diversidade de espécies maximizada possuem um nível "ótimo" de heterogeneidade, enquanto heterogeneidades muito altas ou muito baixas podem reduzir a diversidade de espécies.

Quando aplicados os resultados à família Sapindaceae, observa-se que várias espécies demonstram uma alta resiliência a distúrbios ambientais. Estas plantas frequentemente colonizam áreas abertas e degradadas, beneficiando-se da capacidade de regeneração rápida e da tolerância a solos pobres e com condições de luz variável (SOMNER, 2005). Além disso, Acevedo-Rodriguez (1993) destaca que algumas espécies de Sapindaceae são comuns em áreas de borda de florestas e clareiras, ambientes frequentemente associados a atividades humanas como agricultura e construção.

A forte correlação que a “Qualidade Florestal - NDVI” tem com a “Umidade” e “Luminosidade” e “Estágio de Sucessão Florestal” demonstra ser um bom atributo integrador dessas condições ambientais. Isso, pois, a “Qualidade Florestal – NDVI” teve como parâmetro único simplificar a análise das variações nos dados biológicos das espécies em resposta às condições de microclima e cobertura florestal (NATAH & ACHARJEE, 2013), oferecendo uma medida consolidada que reflete múltiplos aspectos ambientais e se concretizando como a principal variável para explicar a dinâmica de composição da família em resposta à qualidade ambiental associada ao microclima.

Este resultado pode ser explicado por uma saturação de espécies em estágios iniciais de sucessão, onde espécies pioneiras de Sapindaceae já ocupam os habitats disponíveis, e a entrada de novas espécies não aumenta significativamente a riqueza ao longo do tempo (ADANE, 2011).

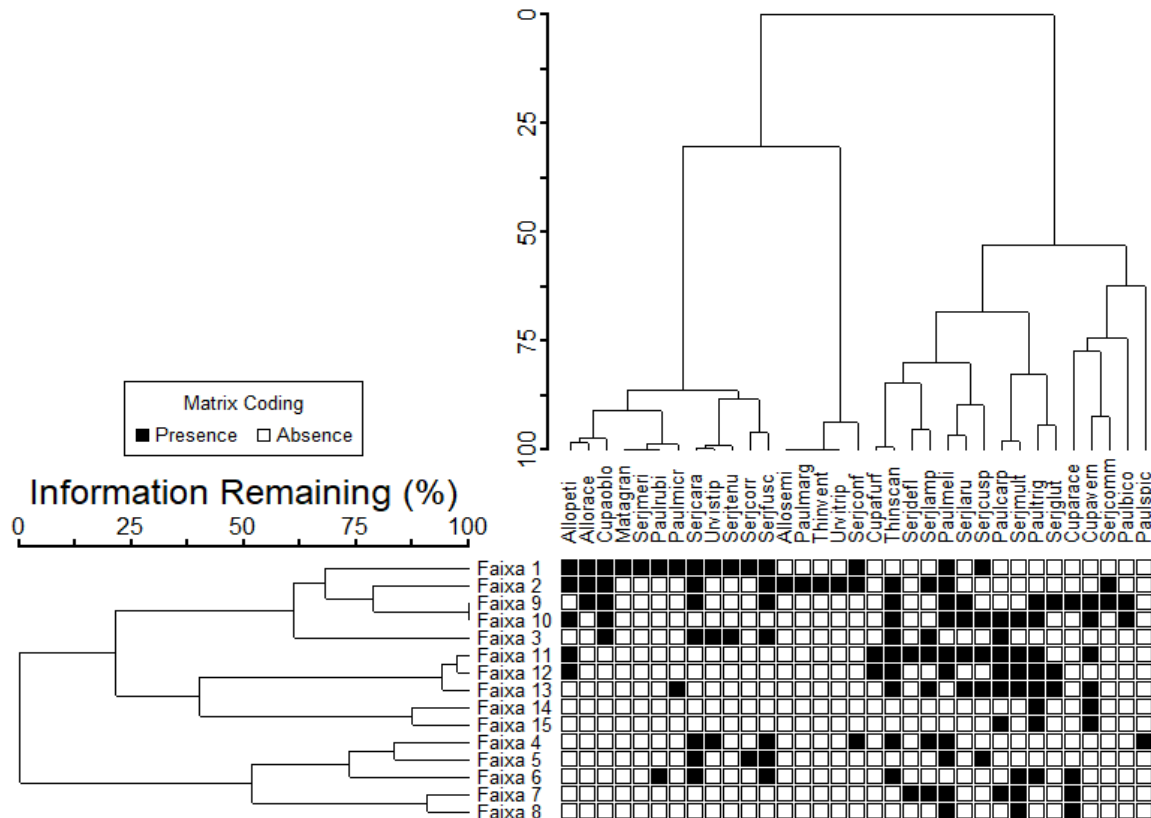


Figura 17: Análise de Cluster, baseada no índice de Bray-Curtis, evidenciando a formação de grupos de faixas altitudinais por afinidade de composição de espécies de Sapindaceae nas áreas de coleta localizadas nos municípios de Mangaratiba e Rio Claro, Rio de Janeiro, Brasil.

Com base na análise de agrupamento utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis (Figura 14), foi observada a composição de espécies nas diferentes faixas de altitude. As faixas com maior afinidade florística (98%) são as faixas 9 e 10, localizadas na Pedra Chata. Essas faixas são caracterizadas pela ausência de cobertura florestal e pela presença de campos abertos.

Além disso, essas duas faixas também apresentam alta similaridade (60%) com as faixas 1, 2 e 3, que estão situadas na Reserva Ecológica de Rio das Pedras. Nessa reserva, encontram-se as infraestruturas urbanas da reserva e um maior índice de luminosidade. Isso sugere que a influência antrópica, ou a sucessão florestal, possivelmente foram fatores determinantes na formação da afinidade entre essas faixas de altitude.

As faixas 4, 5, 6, 7 e 8 apresentam considerável similaridade (50%), e a principal característica destas faixas, está no fato de que as faixas 6 e 7 são altitudes compartilhadas em

ambas as áreas de estudo, PC e RERP. E as espécies *Cupania racemosa* e *Serjania multiflora* representam essas faixas, presentes em ambas, mostrando a plasticidade que algumas espécies da família apresentam.

As faixas 11, 12, 13, 14 e 15 estão associados a PC, sendo as faixas que comtemplam as maiores altitudes, e apresentam uma alta similaridade, principalmente entre as faixas 11, 12, 13. Este resultado pode estar ligado ao fato destas 3 faixas de altitude apresentarem os maiores índices de NDVI e menores de luminosidade, resultando em condições que propiciam no fornecimento de nichos ideias para determinadas espécies como *Serjania multiflora*, *Paullinia carpopoda*, *Paullinia trigonia* e *Thinouia scandens*.

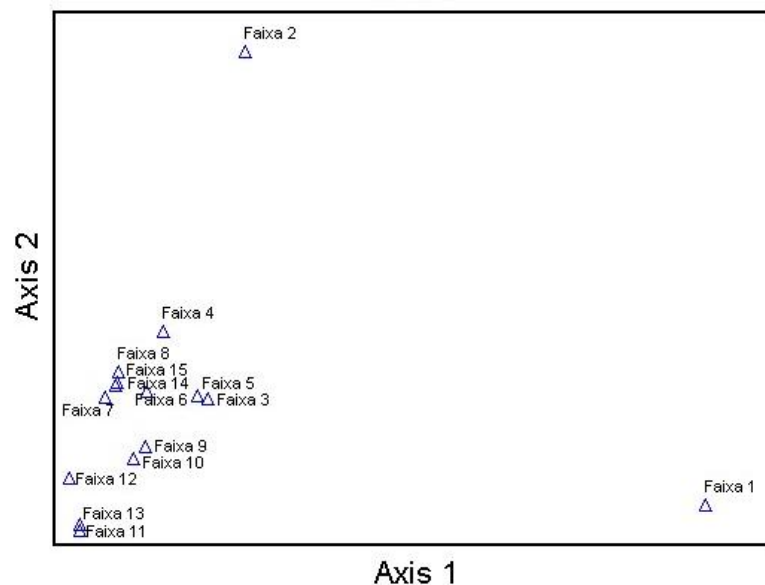


Figura 18: Análise de Componentes Principais evidenciando o gradiente de distribuição das faixas altitudinais por afinidade de composição de espécies de Sapindaceae nas áreas de coleta localizadas nos municípios de Mangaratiba e Rio Claro, Rio de Janeiro, Brasil.

Na Análise de Componentes Principais (PCA), os três primeiros eixos formaram grupamentos significativos que explicam a variação dos dados (Eixo 1: autovalor = 10.39 e $p < 0,001$; Eixo 2: autovalor = 5.60 e $p < 0,009$; e Eixo 3: autovalor = 4.56 e $p < 0,007$), com explicação acumulada de 62,3% da variação.

Quando observado o PCA em razão das faixas de altitude (Figura 15) pode-se observar que as faixas apresentam uma relativa afinidade quanto aos componentes estudados, com exceção das faixas 1 e 2. Este fator pode estar relacionado com a alta antropização dessas duas faixas de altitude, sendo a primeira uma faixa onde as espécies *Allophylus semidentatus*, *Matayba*

grandis, *Serjania meridionalis*, *Thinouia ventriculosa* e *Urvillea triphylla* foram observados junto a infraestruturas ou áreas abertas, com alta luminosidade.

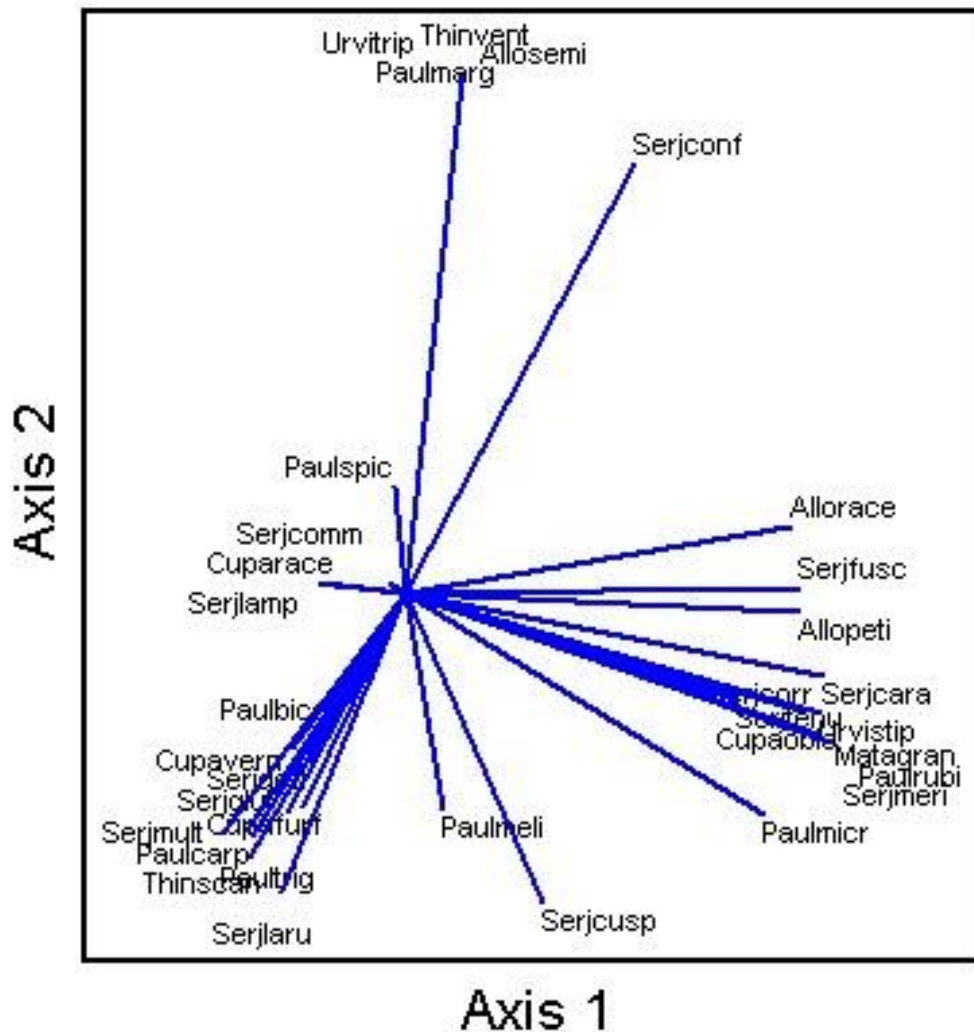


Figura 19: Gradiente de distribuição das espécies de Sapindaceae, baseado na Análise de Componentes Principais, a partir da ocorrência em diferentes faixas de altitude nas áreas de coleta localizadas nos municípios de Mangaratiba e Rio Claro, Rio de Janeiro, Brasil.

Com a análise do PCA é possível perceber a formação de grupos pré-definidos por afinidades entre si em razão das distribuições de espécies de Sapindaceae (Figura 16), sendo possível observar certa tendência à similaridade.

Na Figura 16 observa-se a formação de um grupo na parte superior do gráfico composto pelas espécies *Allophylus semidentatus*, *Paullinia marginata*, *Thinouia ventricosa* e *Urvillea triphylla*. Essas espécies são encontradas exclusivamente na Reserva Ecológica de Rio das Pedras, em altitudes variando entre 153 e 210 metros. Esse resultado sugere que elas compartilham requisitos ecológicos semelhantes, satisfeitos por condições ambientais

específicas e restritivas. Todas as observações dessas espécies ocorreram em ambientes com altos valores de NDVI e umidade, e baixos níveis de luminosidade, o que explica por que essas espécies são raramente observadas em campo. A espécie *Paullinia marginata*, por exemplo, é classificada como ameaçada de extinção (MACHADO et al., 2004; CERQUEIRA & MARTINS, 2011; VALENTE et al., 2013; SOMNER et al., 2018; FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2023).

Um segundo ponto a ser observado é a formação de grupos à esquerda e à direita do gráfico, possivelmente segregados em relação à exigência ambiental, especificamente à luminosidade. O lado direito do gráfico está associado a espécies que aparentam ter uma maior preferência por ambientes com alta luminosidade, o que é evidenciado pela presença de *Cupania oblongifolia*, *Serjania caracasana*, *Serjania corrugata*, *Serjania meridionalis*, *Serjania tenuis* e *Urvillea stipitata*.

Ainda neste sentido, quando observamos a figura 11 para complementar a análise feita acima, observa-se que, realizando uma simples subtração da riqueza total de espécies (preto) menos o número de espécies exclusivas (cinza), 13 espécies da família Sapindaceae estão presentes tanto em RERP quanto em PC, sendo elas *A. petiolulatus*, *A. racemosus*, *C. oblongifolia*, *P. carpopoda*, *P. meliifolia*, *P. micrantha*, *P. rubiginosa*, *S. caracasana*, *S. communis*, *S. cuspidata*, *S. fuscifolia*, *S. lamprophylla* e *T. scandens*. Nota-se que, 7 espécies destas 13 estão ao lado direito da figura 17, apontando possivelmente para uma exigência similar a luminosidade.

A figura 11 ainda mostra que quase 40% das espécies de Sapindaceae para este estudo (13 sp. das 33 sp.) apresentam um comportamento generalista, ou seja, estão presentes tanto em um local com menores altitudes (RERP) quanto uma área mais elevada (PC). Um outro ponto interessante é o fato de que essas 13 espécies que estão presentes em ambas as áreas de estudo, também podem ser encontradas em ambientes de Restinga, reforçando a capacidade de adaptação que determinadas espécie de Sapindaceae apresentam à diferentes formações vegetacionais (ARAUJO, 2000; SOMNER et al, 2009; FRAZÃO e SOMNER, 2016).

Os resultados aqui apresentados estão diretamente ligados à amostragem deste trabalho, sendo necessário o investimento em novas pesquisas nesta linha de análise para obter uma compreensão mais confiável da real interação das espécies da família Sapindaceae com os atributos ambientais, especialmente com variáveis não avaliadas aqui, como litologia, pedologia, precipitação, entre outras.

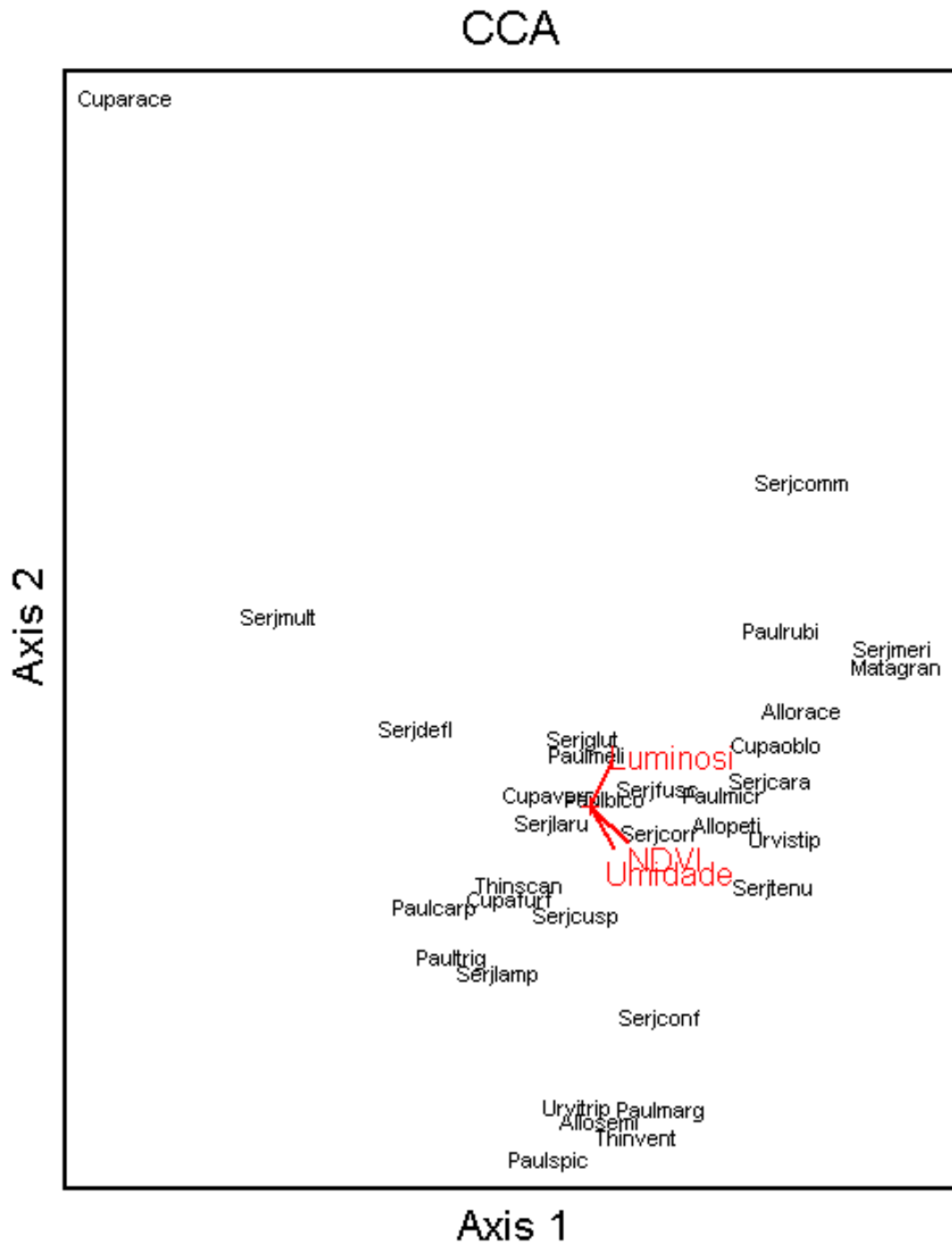


Figura 20: Gradiente de distribuição das espécies de Sapindaceae, baseado na Análise de Correspondência Canônica, a partir da ocorrência em diferentes faixas de altitude nas áreas de coleta localizadas nos municípios de Mangaratiba e Rio Claro, Rio de Janeiro, Brasil.

Na análise de Correspondência Canônica (CCA) (Figura 17), os eixos 1 e 2 representam os dois primeiros componentes que explicam a maior parte da variação no agrupamento das espécies, sendo suas posições associadas com as variáveis ambientais.

As variáveis ambientais, representadas pelos vetores, mostram a direção e a magnitude de sua influência sobre o arranjo de distribuição das espécies. A luminosidade tem uma correlação positiva com espécies *Paulinia meliifolia* e *Cupania oblongifolia*, sugerindo que estas prosperam em áreas com elevada incidência de luz. O NDVI, por outro lado, tem uma forte influência, por exemplo, nas espécies *Cupania furfuracea*, *Serjania tenuis* e *Urvillea stipitata*, estas, como informado, inserida na lista de espécies ameaçadas de extinção (VALENTE et al., 2013; SOMNER et al., 2018; FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2023), demonstrando a exigência que determinadas espécies tendem a demonstrar em termos de oferta de habitats e qualidade florestal.

Observa-se que as espécies *Allophylus semidentatus*, *Paullinia marginata*, *Thinouia ventricosa* e *Urvillea triphylla* estão agrupadas próximas, compartilhando requisitos ecológicos semelhantes, como alta umidade e altos valores de NDVI, assim como indicado no PCA (Figura 7). Em contraste, espécies como *Cupania racemosa*, *Serjania multiflora*, *Serjania communis* e *Paulinia rubiginosa* estão mais afastadas do centro e das demais espécies, sugerindo uma menor exigência de NDVI, umidade e luminosidade. Este resultado mostra a necessidade de investimento em mais pesquisas desta natureza, onde se avalia a interação do meio com as espécies, de modo a revelar as reais exigências de espécies que não são tão influenciadas pelas variáveis neste trabalho estudadas.

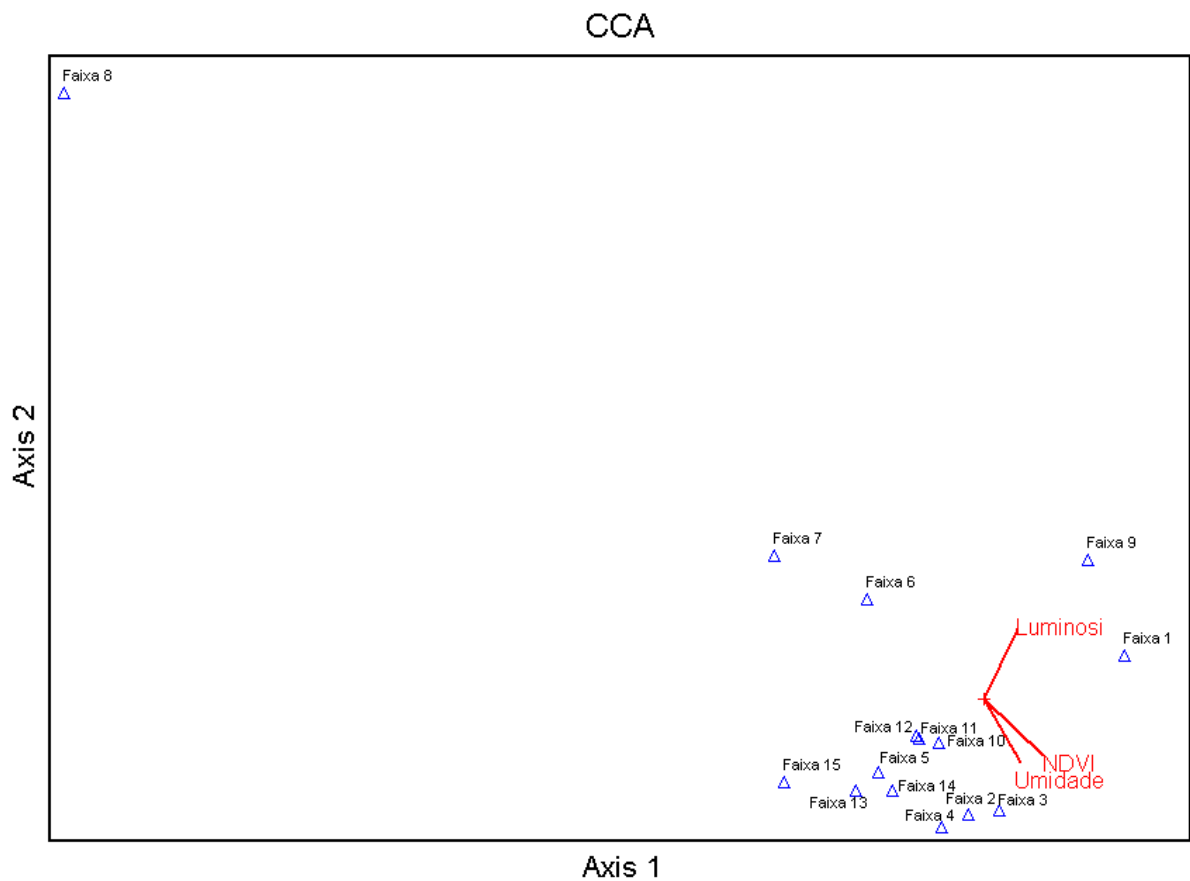


Figura 21: Gradiente de relação das faixas de altitude, baseado na Análise de Correspondência Canônica, a partir do compartilhamento de espécies de Sapindaceae nas áreas de coleta localizadas nos municípios de Mangaratiba e Rio Claro, Rio de Janeiro, Brasil.

A análise CCA das faixas de altitude (Figura 18) ilustra as relações entre variáveis ambientais como luminosidade, umidade e NDVI, e a distribuição de faixas de altitude na área estudada. As variáveis ambientais, representadas por vetores vermelhos, mostram a direção e a magnitude de sua influência. Por exemplo, a Faixa 1, situada entre 20 e 120 metros de altitude, está próxima ao vetor de luminosidade, todavia este resultado era hipoteticamente esperado, justamente pela proximidade que esta tem com o mar. Entretanto, quando se observa a proximidade que a Faixa 1 tem com as Faixas 6, 7 e 9, com maiores altitude, e a sua similaridade com a luminosidade, pode-se observar a influência que o meio pode ter sobre esta variável, seja por efeito antrópico ou natural.

Por outro lado, as faixas de altitude mais elevadas, como Faixa 10, 11, 12, 13, 14 e 15, e as espécies *Paullinia bicorniculata* e *Serjania laruotteana*, associadas a essas altitudes, também apresentam altos valores de NDVI e umidade. Isso sugere que essas faixas e espécies têm preferência por vegetação densa e úmida. Entretanto, curiosamente, as espécies *Cupania oblongifolia* e *Paullinia meliifolia* foram também observadas para essas faixas de altitude e

condições ambientais, reafirmando a alta plasticidade da família Sapindaceae para determinadas espécies.

A Faixa 8 está isolada no gráfico, principalmente pelo fato desta faixa de altitude ter sido a com menor presença de espécimes da família Sapindaceae, sofrendo com a baixa disponibilidade de informações para compor os gráficos.

Cupania oblongifolia é conhecida por sua ampla distribuição e adaptabilidade em diferentes tipos de solo e condições ambientais, o que contribui para sua alta frequência em levantamentos florísticos (LORENZI, 2002). Além disso, essa espécie é comum em florestas secundárias, onde muitas vezes, devido à sua capacidade de colonizar áreas perturbadas rapidamente, domina o ambiente em que se encontra (RODRIGUES et al., 2010).

Paullinia meliifolia, por outro lado, é uma espécie que se beneficia de ambientes com moderada a alta heterogeneidade ambiental. A capacidade de tolerar diferentes níveis de luminosidade e umidade permite que essa espécie seja bem representada em diversos estágios de sucessão florestal (GENTRY, 1996). Sua presença em áreas com altos índices de NDVI indica que ela também se favorece em habitats com vegetação densa e bem estruturada (ACEVEDO-RODRÍGUEZ, 1993).

A espécie *Serjania larutoteana*, por exemplo, com 25 espécimes observadas foi encontrada entre as faixas de 821 a 1320 metros, demonstrando uma preferência a ambientes com maiores altitudes, corroborando com o resultado encontrado por Miloski e colaboradores (2017) no estudo feito na Serra Negra em Minas Gerais, onde a espécie foi vista a altitude de 1.200 metros. Assim como para a espécie *Serjania tenuis*, que neste trabalho ocorreu somente em faixas altitudinais de 20 a 320 metros, ocorrência também observada por Barros e pesquisadores (2009) no estudo realizado na Serra da Tiririca no estado do Rio de Janeiro, em que a espécie esteve presente em um conjunto de montanhas que variavam de 196 a 412 metros.

Todavia, ainda assim, observa-se que espécies mais generalistas como *Cupania oblongifolia* e *Paullinia meliifolia*, bem como algumas mais exclusivas como *Serjania larutoteana* e *Serjania tenuis*, sofrem da influência do meio com a relação sinérgica que cada variável ambiental cria e que geram as condições favoráveis para o estabelecimento das espécies (LOREAU, 2004).

ESPÉCIES INDICADORAS

A análise de TWINSpan foi aplicada para identificar padrões na composição de espécies da família Sapindaceae em diferentes faixas altitudinais do Parque Estadual do Cunhambebe (PEC). Esta técnica de classificação multivariada permite a visualização de agrupamentos e a

identificação de espécies indicadoras associadas a diferentes tipos de habitats ou condições ambientais.

Tabela 5: Resultado da análise de espécies indicadoras por faixa de altitude no PEC.

| Divisão | Autovalor | Espécies Indicadoras | Grupo Negativo (-) | Grupo Positivo(+) |
|-------------|-----------|---|--|---|
| 1 (N=15) | 0,5254 | <i>Serjania caracasana</i> (-) <i>Serjania fuscifolia</i> (-) <i>Paullinia trigonia</i> (+) | Faixa 1, Faixa 2, Faixa 3, Faixa 4, Faixa 5, Faixa 6 | Faixa 7, Faixa 8, Faixa 9, Faixa 10, Faixa 11, Faixa 12, Faixa 13, Faixa 14, Faixa 15 |
| 2 (N=6) | 0,5667 | <i>Cupanea racemosa</i> (-) | Faixa 6 | - |

O primeiro grupo é baseado na altitude, onde as espécies *Serjania caracasana* e *Serjania fuscifolia* são características das altitudes de 20 a 620 metros (faixas 1 a 6), enquanto a espécie *Paullinia trigonia* é típica das altitudes de 620 a 1520 metros (faixas 7 a 15). O segundo grupo destacou a Faixa 6 como distinta, com a espécie indicadora *Cupanea racemosa* mostrando alta correlação com essa altitude específica, indicando condições ambientais particulares, principalmente pelo fato de ser a faixa presente em ambas as áreas de estudo, PC e RERP.

A ordem das espécies, incluindo as mais raras, e a ordem das amostras revelam a diversidade e a distribuição das espécies de Sapindaceae nas diferentes faixas altitudinais. Entre as Espécies Comuns, destacam-se: *Urvillea stipitata*, *Thinouia ventricosa*, *Paullinia spicata*, entre outras. Já as espécies raras podem-se citar: *Serjania fuscifolia*, *Paullinia rubiginosa*, *Matayba grandis*, etc.

As amostras ordenadas mostram uma clara distinção entre as faixas altitudinais, as faixas iniciais apresentando composições de espécies mais específicas ao local do que as de maiores altitudes, com a Faixa 6 apresentando uma composição de espécies única, destacando-se das demais.

A análise de TWINSpan revela que as variações altitudinais no PEC influenciam significativamente a composição de espécies da família Sapindaceae. As espécies indicadoras identificadas são úteis para caracterizar os diferentes grupos de faixas altitudinais. A presença de espécies como *Serjania caracasana* e *Paullinia trigonia* em faixas altitudinais específicas, sugere adaptações a condições ambientais particulares, como luminosidade e umidade.

De forma geral, as espécies de Sapindaceae apresentam ampla distribuição e alta tolerância a variações ecológicas (ACEVEDO-RODRIGUEZ, 1993; SOMNER, 2005; PEREIRA, 2014). A espécie *Serjania trigonia*, que neste trabalho foi determinada como indicadora para as faixas

de altitude de 7 a 15, 620 a 1520 metros, foi descrita nas restingas do estado do Rio de Janeiro por Somner e colaboradores (2009), corroborando com a vasta versatilidade que a espécie apresenta.

Resultado semelhante encontrado para *Serjania caracasana* que no trabalho é indicadora das faixas 1 a 6, 20 a 620 metros, porém segundo a Flora e Funga do Brasil (2024), a espécie é observada deste a restinga até florestas ombrófilas e semidecíduas na Amazônia.

A distinção clara entre as faixas altitudinais inferiores e superiores, conforme indicado pelas divisões iniciais, sugere que fatores como altitude, qualidade florestal (NDVI), e outras variáveis ambientais, em sinergia entre si, desempenham papéis cruciais na distribuição das espécies.

De uma forma geral para o trabalho, os resultados da TWINSpan são coerentes com estudos anteriores que demonstram que a variação ambiental é um fator determinante na estruturação das comunidades vegetais (GAUCH & WHITTAKER, 1981; KENT & COKER, 1992). Este estudo contribui para o entendimento da ecologia das Sapindaceae e fornece uma base robusta para estratégias de conservação e manejo no Parque Estadual do Cunhambebe.

4. CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo evidenciam, primeiramente, a significativa riqueza da família Sapindaceae no Parque Estadual do Cunhambebe (PEC) e, conseqüentemente, a ampliação do conhecimento sobre a flora do estado do Rio de Janeiro e suas Unidades de Conservação e, de forma ampla, a Floresta Atlântica, como é o caso das espécies ameaçadas de extinção *Paullinia marginata* classificada como Em perigo (EN) à nível de extinção, juntamente com *Cupania furfuraceae* e *Serjania tenuis*, ambas, classificadas como Vulnerável (VU) e, a importância das variáveis ambientais na determinação dessa diversidade. A qualidade florestal, medida pelo NDVI, e a heterogeneidade ambiental mostraram-se fatores cruciais para a riqueza e abundância de espécies, enquanto a altitude teve influência na composição de espécies. Estes achados indicam que a preservação da qualidade dos habitats e a gestão da heterogeneidade ambiental são essenciais para a conservação da biodiversidade.

A análise TWINSpan para o PEC revelou padrões distintos na composição das espécies de Sapindaceae ao longo das faixas altitudinais, identificando espécies indicadoras específicas para diferentes altitudes. *Serjania caracasana* e *Serjania fuscifolia* foram associadas a altitudes mais baixas (20 a 620 metros), enquanto *Paullinia trigonia* foi característica de altitudes mais elevadas (620 a 1520 metros). Esses resultados destacam a importância das variações

ambientais na distribuição das espécies da família Sapindaceae, fornecendo uma base para estratégias de conservação direcionadas.

Este estudo serve como um modelo inicial para entender a dinâmica estrutural das Sapindaceae, uma das principais famílias botânicas da Mata Atlântica. Ele demonstra a necessidade de maior apoio e incentivo para pesquisas desse tipo, que são fundamentais para a ampliação do conhecimento das interações ecológicas e da distribuição da flora, além da conservação das espécies ameaçadas de extinção, de forma a focar na manutenção da heterogeneidade ambiental e dos diferentes estágios de sucessão para suportar a diversidade de habitats necessários para sua sobrevivência. Compreender essas dinâmicas é crucial para desenvolver estratégias de conservação eficazes.

Para futuras pesquisas, recomenda-se uma análise mais detalhada das interações bióticas e abióticas que influenciam na riqueza e abundância, bem como estudos de longo prazo para monitorar mudanças na composição florística em resposta a variações ambientais. A implementação de medidas de conservação eficazes, como a proteção de áreas chave e o manejo de habitats, é essencial para garantir a sustentabilidade dos ecossistemas do PEC e a preservação de sua rica biodiversidade.

Além disso, estudos adicionais podem explorar a capacidade bioindicadora das espécies de Sapindaceae em relação a diferentes condições ambientais, contribuindo para uma compreensão mais ampla da ecologia e da biogeografia da Mata Atlântica. Esse tipo de pesquisa deve ser amplamente apoiado, pois fornece informações vitais para a conservação de um dos ecossistemas mais ameaçados e biodiversos do mundo.

Em resumo, este trabalho não apenas ressalta a importância de variáveis ambientais específicas na determinação da diversidade de Sapindaceae no PEC, mas também fornece uma base sólida para futuras investigações e estratégias de conservação, fortalecendo o entendimento e a preservação da Mata Atlântica.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACEVEDO-RODRÍGUEZ, P. **Systematics of *Serjania* (Sapindaceae): a synopsis of the genus**. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, v. 80, n. 4, p. 1000-1011, 1993.

ADANE, T. The role of altitude in shaping species diversity in mountain ecosystems: a case study in Ethiopia. **Mountain Research and Development**, v. 31, n. 2, p. 100-108, 2011.

ADAYEMI, A.; ZHANG, C.; HAGEER, Y. The influence of environmental gradients on plant species distribution in the Yunnan Province, China. **Journal of Biogeography**, v. 39, n. 5, p. 889-900, 2012.

- BARROS, F.; ENGEL, V. L.; SOUZA, M. P. Aspectos ecológicos das trepadeiras em fragmentos florestais. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 32, n. 1, p. 49-61, 2009.
- BIODIVERSITY HOTSPOTS. Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Ecoregions. **Conservation International**, 2001.
- BOTELHO, S. P. Diversidade e distribuição das Sapindaceae no Brasil. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 1, p. 45-56, 2015.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n. 6, maio de 1994. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 1994.
- BUERKI, S.; LOWRY, P. P.; ALVAREZ, N. Phylogenetic relationships and morphological evolution in the pantropical family Sapindaceae. **American Journal of Botany**, v. 97, n. 4, p. 637-656, 2010.
- BUTT, N.; MALHI, Y.; PHILLIPS, O.; NEW, M. Floristic and functional affiliations of woody plants with climate in western Amazonia. **Journal of Biogeography**, v. 35, n. 5, p. 939-950, 2008.
- CAMPOS, L. R. Interação das comunidades botânicas com o meio ecológico na Amazônia Peruana. **Acta Botanica Brasilica**, v. 36, n. 2, p. 222-233, 2022.
- CERQUEIRA, M. A.; MARTINS, S. Aspectos ecológicos e distribucionais de espécies vegetais da família Sapindaceae. **Biodiversity and Conservation**, v. 20, n. 9, p. 1781-1796, 2011.
- ENGEL, V. L.; BARROS, F.; SOUZA, M. P. Trepadeiras como indicadores ecológicos. **Ecologia e Conservação da Mata Atlântica**, v. 17, n. 1, p. 95-104, 1998.
- ESPÍRITO-SANTO, M. M.; PEREIRA, M. G.; FARIA, S. M. Riqueza e distribuição de lianas em fragmentos de Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, n. 1, p. 93-102, 2002.
- GENTRY, A. H. A field guide to the families and genera of woody plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Peru). **Conservation International**, 1996.
- GOODWIN, B. J.; VAUPEL, J. W. Dominance curves in ecological communities. **The American Naturalist**, v. 126, n. 5, p. 741-750, 1985.
- GAUCH, H. G.; WHITTAKER, R. H. Classification and ordination of plant communities. **Ecological Monographs**, v. 51, n. 4, p. 437-453, 1981.
- HAGEER, Y.; Zhang, C.; Adayemi, A. Environmental factors influencing plant species distribution in Yunnan, China. **Journal of Vegetation Science**, v. 28, n. 2, p. 360-370, 2017.
- HUSTON, M. A. Biological Diversity: the coexistence of species on changing landscape. Cambridge, **Cambridge University Press**, p. 681, 1994.
- INEA. Instituto Estadual do Ambiente. **Plano de Manejo do Parque Estadual Cunhambebe**. Rio de Janeiro, 2014.

- KENT, M.; COKER, P. Vegetation Description and Analysis: a practical approach. **Belhaven Press**, 1992.
- LOREAU, M. Niche complementarity and the maintenance of species diversity in ecosystems. **Nature Reviews Ecology & Evolution**, v. 5, n. 8, p. 937-946, 2004.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. **Instituto Plantarum de Estudos da Flora**, 2002.
- MAGURRAN, A. E. Measuring Biological Diversity. **Blackwell Publishing**, 2004.
- MACHADO, I. C.; Lopes, A. V.; Gentry, A. H. **Diversidade e ecologia da família Sapindaceae em florestas tropicais**. Annals of the Missouri Botanical Garden, v. 91, n. 1, p. 34-45, 2004.
- MCCULLOCH, C.E. & SEARLE, S.R. **Generalised, Linear and Mixed Models**. New York, John Wiley and Sons Ltd, 2001.
- MCCUNE, B.; MEFFORD, M. J. PC-ORD. **Multivariate analysis of ecological data**. Gleneden Beach, Oregon: MjM Software, 2011.
- MENDES, M. R. Interações ecológicas das Sapindaceae na Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 14, n. 2, p. 75-85, 2016.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.
- NATAH, R.; ACHARJEE, S. Uso de NDVI na avaliação da qualidade florestal. **Remote Sensing of Environment**, v. 128, p. 250-258, 2013.
- PEREIRA, S. A. Distribuição altitudinal de Melastomataceae no sudeste do Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 37, n. 3, p. 389-398, 2014.
- PETTORELLI, N.; et al. Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 20, n. 9, p. 503-510, 2005.
- RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1144-1156, 2009.
- RODRIGUES, R. R.; LIMA, R. A. F.; GANDOLFI, S. Impactos da fragmentação florestal na Mata Atlântica. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 2, p. 354-378, 2010.
- SOMNER, G. V.; CARVALHO, A. L. G.; SIQUEIRA, C. T. Sapindaceae da restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**, v. 60, n. 3, p. 485-507, 2009.
- SOMNER, G. V., SANTO, I., COELHO, R. L. G., FERRUCCI, M. S., AMARO, R., NEGRÃO, R., MESSINA, T. & WIMMER, F. Sapindaceae. In: **Livro vermelho da flora endêmica do Estado do Rio de Janeiro** (G. Martinelli, E. Martins, M. Moraes, R. Loyola & R. Amaro, eds.). Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

STATSOFT INC. 2007. Statistica (data analysis software system), versão 8.0. Disponível em <<http://www.statsoft.com/homepage/-version-8/>>. Acesso em 10 Agosto 2020.

TEWS, J.; BROSE, U.; GRIMM, V.; TIELBORGER, K.; WICHMANN, M. C.; SCHWAGER, M.; JELTSCH, F. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures. **Journal of Biogeography**, v. 31, n. 1, p. 79-92, 2004.

TUOMISTO, H.; RUOKOLAINEN, K. A. Distribution of Pteridophyta and Melastomataceae along an edaphic gradient in an Amazonian rain forest. **Journal of Vegetation Science**, v. 5, n. 1, p. 25-34, 1994.

TUOMISTO, H.; RUOKOLAINEN, K.; YLI-HALLA, M. Dispersal, environment, and floristic variation of western Amazonian forests. **Science**, v. 299, n. 5604, p. 241-244, 2003.

VALENTE, A. S. M.; DIAS, J. M.; VENDA, A. K. L.; JUDICE, D. M.; REIS, JÚNIOR, J. S.; ABREU, M. B.; MAURENZA, D. Sapindaceae. In **Livro Vermelho da Flora do Brasil/CNCFLORA** (G. Martinelli & M. A. Moraes orgs). Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 1. ed., p. 952-955, 2013.

ZHANG, C.; ADAYEMI, A.; HAGEER, Y. Environmental factors influencing species distribution in the Yunnan Province, China. **Ecological Research**, v. 30, n. 3, p. 285-296, 2015.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo é o primeiro no Brasil, conseqüentemente no trecho estudado, que aborda a dispersão da família Sapindaceae ao longo de um gradiente altitudinal. Esta pesquisa destaca o papel e o potencial do Parque Estadual do Cunhambebe (PEC) para a família Sapindaceae, tanto em termos florísticos quanto ecológicos, considerando as características ambientais e florestais desta Unidade de Conservação. A importância dessa família para o ecossistema do PEC é evidente, embora as pressões antrópicas constantes e as alterações na paisagem natural apresentem riscos para a diversidade desses grupos.

Este estudo confirma a hipótese de que o PEC possui uma riqueza e abundância considerável de Sapindaceae, superando estudos anteriores. Havia uma lacuna no conhecimento sobre a diversidade dessa família no PEC, e esta pesquisa revela a existência de 33 espécies em 7 gêneros, predominantemente lianas, das quais 3 estão listadas como ameaçadas de extinção: *Cupania furfuracea* (Vulnerável - VU), *Paullinia marginata* (Em Perigo - EN) e *Serjania tenuis* (Vulnerável - VU). Além disso, o PEC mostra-se vital para a conservação de espécies endêmicas do Brasil e da Floresta Atlântica, abrigando muitas dessas espécies e atuando como um importante centro de conservação no estado do Rio de Janeiro.

Observou-se também o potencial das Sapindaceae para estudos ecológicos, uma vez que sua distribuição não aleatória e composição ajudam a entender questões relacionadas aos ambientes onde ocorrem. As relações entre fatores abióticos e as espécies deste grupo são claramente evidenciadas, ressaltando a importância da conservação e manutenção da qualidade florestal do PEC. A preservação da heterogeneidade ambiental, qualidade florestal e luminosidade é crucial, pois esses fatores estão intimamente ligados à diversidade e manutenção da família no parque.