

UNIVERSIDADE SANTO AMARO
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - EAD

Andréia de Abrantes Pereira

LEVANTAMENTO DE SANTALACEAE
(SANTALES, PRO PARTE) NO NÚCLEO
CURUCUTU, PARQUE ESTADUAL SERRA DO
MAR, SÃO PAULO, SP, BRASIL

São Paulo, 2023

Andréia de Abrantes Pereira

**LEVANTAMENTO DE SANTALACEAE
(SANTALES, PRO PARTE) NO NÚCLEO
CURUCUTU, PARQUE ESTADUAL SERRA DO
MAR, SÃO PAULO, SP, BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Ciências Biológicas - EAD da Universidade Santo Amaro – UNISA, como requisito parcial para obtenção do título de bacharela em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Marco Aurélio Sivero Mayworm

Coorientador: Me. Leandro Matheus de Carvalho Vaz

São Paulo, 2023

S714p

Pereira, Andreia De Abrantes.

Levantamento de santalaceae (santalales pro parte) no Núcleo Curucutu Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo SP, Brasil / Daniel Andrade de Souza. – 2023.

38 p. : il., color

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Sivero Mayworm.

Co-orientador: Prof. Dr. Me. Leandro Matheus de Carvalho Vaz.

TCC Graduação. (Curso Superior em Ciências Biológicas - EAD) - Universidade Santo Amaro, 2023.

Bibliografia incluída.

1. Plantas parasitas. 2. Levantamento. 3. Taxonomico. I. Pereira, Andreia De Abrantes. II. Mayworm, Marco Aurélio, orient. III. Vaz, Leandro Matheus de Carvalho, co-orient. IV. Universidade Santo Amaro. V. Título.

CDD 304.2

Dedico este trabalho aos meus pais “In memoriam” Manoel José Pereira e Maria Gorete de Abrantes Pereira, por sempre me amar e acreditar nos meus sonhos e me apoiarem, sendo sempre eles minha força para lutar e nunca desistir dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus pelo dom da vida.

Ao meu pai Manoel José Pereira “In memoriam”, que sempre me dizia que o estudo era o meu futuro.

À minha mãe Maria Gorete De Abrantes Pereira “In memoriam”, que nunca deixou de acreditar em mim e apoiar meus sonhos.

À minha família, tanto de sangue, quanto de coração, aos meus filhos pets e a todos meus amigos e parceiros de faculdade que me apoiaram nessa jornada.

Às minhas queridas irmãs do herbário, Jaíslla, Josiane, Elisângela e Marcia, por compartilhar muitas lágrimas, risadas e fortes emoções.

Ao meu coorientador Leandro Matheus de Carvalho Vaz por ser essa pessoa incrível, meu pai científico, que sempre com muita dedicação e amor, sempre acreditou em mim, me apoiando e orientando em tudo.

Ao meu orientador, professor e coordenador, Marco Aurelio Sivero Mayworm, por este trabalho e por todo apoio durante minha formação.

A todo corpo docente da UNISA, especialmente a Professora Maria do Socorro Silva Pereira Lippi pelo apoio e carinho.

E a todos que me ajudaram diretamente e indiretamente.

*‘É preciso suportar o frio do inverno
para florescer na primavera.’*

Pádua Dias

RESUMO

A ordem Santalales compreende aproximadamente 160 gêneros e cerca de 2.225 espécies, sendo notavelmente caracterizada pelo hábito parasitário de suas espécies, que podem ser classificadas como holoparasitas ou hemiparasitas. A família Santalaceae, uma das principais famílias dentro da ordem Santalales, é constituída por cerca de 50 gêneros e 1.000 espécies em todo o mundo. No Brasil, encontramos sete gêneros e 54 espécies, sendo que 16 delas são endêmicas. No Estado de São Paulo, especificamente, são encontrados cinco gêneros e 24 espécies pertencentes a essa família. Este trabalho teve como objetivo realizar um estudo taxonômico das plantas da família Santalaceae (Santalales, pro parte) presentes no Núcleo Curucutu, Parque Estadual Serra do Mar. Para esse estudo, utilizamos materiais herborizados provenientes dos herbários PMSP, SP e UNISA. A análise dos materiais foi realizada com o auxílio de um estereomicroscópio, que permitiu uma análise detalhada, incluindo a elaboração de pranchas de fotos e a criação de uma chave de identificação. Como resultado desse trabalho, duas espécies foram identificadas na área de estudo: *Phoradendron crassifolium* (Pohl ex DC.) Eichler e *Phoradendron fragile* Urb.

Palavras-chave: Erva-de-passarinho, Mata Atlântica, *Phoradendron*

ABSTRACT

The order Santalales comprises approximately 160 genera and about 2,225 species, notably characterized by the parasitic habit of its species, which can be classified as holoparasites or hemiparasites. The Santalaceae family, one of the main families within the order Santalales, is constituted by around 50 genera and 1,000 species worldwide. In Brazil, seven genera and 54 species are found, with 16 of them being endemic. In the state of São Paulo, specifically, five genera and 24 species belonging to this family are identified. This study aimed to conduct a taxonomic investigation of plants from the Santalaceae family (Santalales, pro part) present in the Núcleo Curucutu, Parque Estadual Serra do Mar. For this investigation, we utilized herbarium materials from the PMSP, SP, and UNISA herbaria. The analysis of the materials was carried out with the assistance of a stereomicroscope, allowing for a detailed examination, including the creation of photo plates and the development of an identification key. As a result of this study, two species were identified in the study area: *Phoradendron crassifolium* (Pohl ex DC.) Eichler and *Phoradendron fragile* Urb.

Keywords: Mistletoe, Atlantic Forest, *Phoradendron*

SUMÁRIO

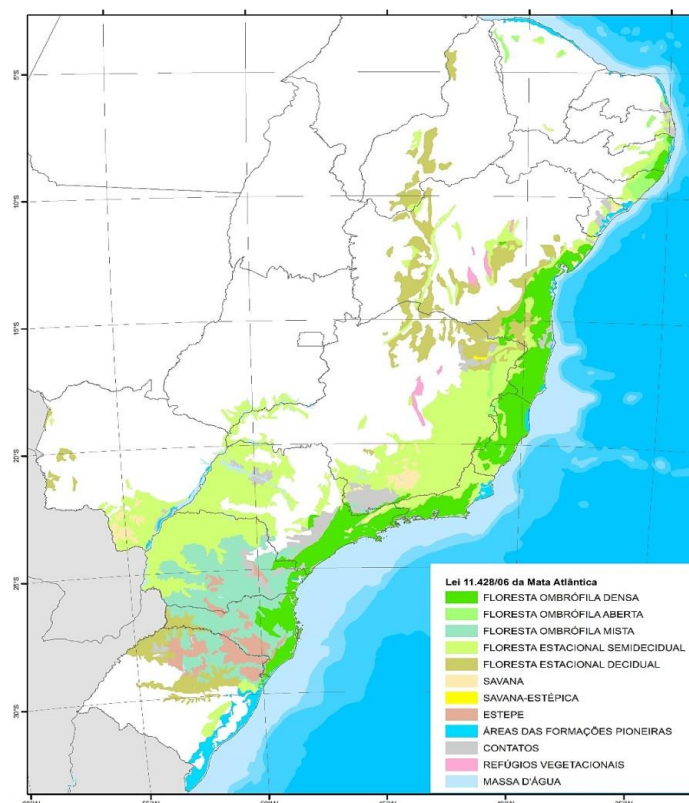
1. Introdução.....	4
1.1 Mata Atlântica	4
1.2 Parque Estadual Serra do Mar	7
1. Plantas parasitas e ordem Santalales.....	8
1.3.1 Santalaceae.....	12
1.3.1 Aspectos econômicos, medicinais e ecológicos.....	13
2. Objetivo	16
3. Materiais e métodos	16
3.1 Materiais.....	16
3.2 Métodos.....	16
4. Resultados e Discursão.....	16
4.1 Santalaceae R.BR.....	18
4.1.1. <i>Phoradendron Nutt.</i>	18
4.1.1.1. <i>Phoradendron crassifolium</i>	18
4.1.1.2 <i>Phoradendron fragile</i>	19
5. Considerações finais.....	22

1. Introdução

1.1 Mata Atlântica

A Mata Atlântica representa um vasto santuário de biodiversidade, abrangendo uma extensão territorial correspondente a 1.315.460 km² e originalmente estendendo-se por 17 estados brasileiros. Este ecossistema compreende diversas formações florestais, além de ecossistemas associados, tais como restingas, manguezais e campos de altitude. A composição da Mata Atlântica inclui as seguintes formações florestais nativas: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista, também conhecida como Mata de Araucárias, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual (figura 1). Além disso, a região apresenta ecossistemas associados, como manguezais, vegetações de restingas, campos de altitude, brejos interioranos e pequenos enclaves florestais.^{1,2,3.}

Figura 1. Distribuição da cobertura vegetal da Mata Atlântica.



Fonte (SOS Mata Atlântica)⁴

As florestas e outros ecossistemas que compõem a Mata Atlântica desempenham um papel fundamental na produção, regulação e fornecimento de água. Além disso, desempenham um papel crucial na regulação do clima, na proteção de encostas e na redução de riscos de desastres naturais. Esses ecossistemas também contribuem significativamente para a fertilidade do solo, a produção de

alimentos, madeira, fibras, óleos e medicamentos. Além disso, proporcionam paisagens deslumbrantes e preservam um patrimônio histórico e cultural de grande importância.⁵

Atualmente, este bioma está perdendo sua vegetação natural de maneira crescente, em grande parte devido ao desmatamento, especialmente devido à expansão das indústrias e à prática da monocultura. Esta região desempenha um papel fundamental na economia brasileira, contribuindo com aproximadamente 70% do Produto Interno Bruto (PIB) do país.¹

Apesar do considerável desmatamento que ocorreu devido à alta densidade populacional, estima-se que apenas 29% da cobertura vegetal original deste bioma tenha sido preservada (fundecate2015). Vale ressaltar que a Mata Atlântica abriga cerca de 72% da população brasileira, conforme as estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2019. Isso equivale a mais de 145 milhões de habitantes distribuídos em 3.429 municípios, representando 61% do total de municípios existentes no Brasil, de acordo com os dados do IBGE de 2019.¹

Além dos seres humanos, outros seres vivos usufruem desse ecossistema, tendo uma riqueza maior que a de alguns continentes, e por isso a região da Mata Atlântica é atualmente prioritária para a conservação da biodiversidade mundial⁶.

É importante destacar que a Mata Atlântica é considerada um dos dez *hotspots* prioritários para a conservação da biodiversidade global, de acordo com a Conservation International (CI), uma organização dedicada à conservação ambiental. Mais de 70% de sua área enfrenta sérios riscos, predominantemente devido à intervenção humana. As principais causas da degradação da Mata Atlântica incluem a exploração predatória de madeira e de espécies vegetais valiosas, bem como a expansão da agricultura, incluindo o cultivo de cana-de-açúcar e café, a pecuária, atividades de extração de minérios e ouro, e a industrialização. Essas atividades têm resultado em poluição e no crescimento desordenado das áreas urbanas, agravando ainda mais o cenário de ameaça a esse ecossistema.⁷

A flora da região é extraordinariamente diversificada, abrangendo aproximadamente 5% da riqueza botânica global. Compreende cerca de 20 mil espécies vegetais, entre as quais se destacam numerosas espécies endêmicas e ameaçadas de extinção. Quanto à fauna, também apresenta uma notável variedade.⁶

Levantamentos indicam que a Mata Atlântica abriga aproximadamente 270 espécies de mamíferos, 200 de répteis, 370 de anfíbios, 350 de peixes e 850 espécies de aves. Essa biodiversidade única implica que a Mata Atlântica, apesar de ocupar apenas 0,8% da superfície terrestre do planeta, desempenha um papel significativo na preservação da diversidade biológica global.⁶

A Mata Atlântica, onde ainda persiste, é notável pela sua vegetação exuberante, que exibe um marcado higrofitismo, caracterizando-se por plantas bem adaptadas às condições de umidade. Entre as espécies mais comuns nesta região, destacam-se diversos musgos, cipós e orquídeas. A fauna endêmica da Mata Atlântica é predominantemente composta por anfíbios, incluindo uma grande diversidade de anuros, bem como mamíferos e uma ampla variedade de aves. Essa região é uma das áreas mais suscetíveis à precipitação no Brasil, sendo influenciada por chuvas orográficas devido às elevações do planalto e da serra.⁸

A biodiversidade da Mata Atlântica, quando comparada à da Amazônia, exibe semelhanças notáveis. Este bioma apresenta uma série de subdivisões devido às variações de latitude e altitude, resultando na formação de diversos ecossistemas distintos. Além disso, na Mata Atlântica, podemos encontrar formações pioneiras, que surgem em resposta a condições climáticas específicas, assim como aos processos de recuperação. Também são observadas zonas de campos de altitude e enclaves de tensão por contato. A interação entre essas áreas cria condições particulares que influenciam a composição da fauna e flora.⁸

Nos contextos apresentados, as áreas de proteção, incluindo Unidades de Conservação (UC) e Terras Indígenas, desempenham um papel fundamental na preservação de amostras representativas e viáveis da diversidade biológica e cultural da Mata Atlântica. A expansão da cobertura de áreas protegidas na Mata Atlântica tem demonstrado progressos notáveis ao longo dos últimos anos, resultando da colaboração entre os governos federal e estadual, bem como, mais recentemente, a participação ativa dos governos municipais e setor privado. Vale ressaltar que um instrumento de grande relevância para a conservação e recuperação ambiental da Mata Atlântica foi a aprovação da Lei 11.428, de 2006, e a subsequente regulamentação pelo Decreto 6.660/2008, que conferiu diretrizes e normativas para a implementação da mencionada lei.⁹

1.2 Parque Estadual Serra do Mar

O Parque Estadual Serra do Mar (PESM) foi estabelecido por meio do Decreto Estadual nº 10.251, em 30 de agosto de 1977, e é notável por representar a maior UC do Estado de São Paulo. Abrangendo uma vasta extensão territorial de 315.390 hectares. Este parque se estende ao longo de toda a faixa litorânea, englobando as escarpas da serra, áreas contíguas do planalto, alguns promontórios marinhos e porções da planície costeira adjacente.¹⁰

A maior extensão contínua preservada da Mata Atlântica no Brasil está situada no PESM, abrangendo territórios pertencentes a 28 municípios no Estado de São Paulo. Dada a vastidão de sua área, a unidade é gerenciada por meio de 10 núcleos administrativos distintos, nomeadamente: Bertiooga, Caraguatatuba, Cunha, Curucutu, Itariru, Itutinga Pilões, Padre Dória, Picinguaba, Santa Virgínia e São Sebastião (figura 2). Cada um desses núcleos possui características singulares, contribuindo para a formação de um mosaico de paisagens, diversidade biológica, interação social e a preservação ambiental.¹¹

Figura 2. Núcleos administrativos do PESM, em destaque o Núcleo Curucutu.



Fonte (Parque Estadual Serra do Mar)¹¹

O Núcleo Curucutu, em conjunto com o PESM, engloba os municípios de São Paulo, Itanhaém, Mongaguá e Juquitiba. É importante destacar que este núcleo é o único existente na capital do Estado de São Paulo. Sua origem remonta à Fazenda Curucutu, anteriormente utilizada para a produção de carvão, a qual foi adquirida pelo Estado em 1958. A partir desse momento, a área foi transformada em uma Reserva Florestal, coincidindo com a criação do parque.¹²

Desde aquela época, um dos principais objetivos deste empreendimento tem sido a preservação das nascentes e mananciais situados na região metropolitana de São Paulo. Esses recursos hídricos incluem os rios Capivari, Monos e Embu Guaçu,

que desempenham um papel crucial no abastecimento do reservatório Guarapiranga, localizado no planalto, bem como no Sistema Mambu/Rio Branco, localizado em Itanhaém. É importante ressaltar que essa região é protegida pela APA Capivari-Monos, amparada pela Lei de Proteção aos Mananciais.¹³

No contexto dos serviços ecossistêmicos, este núcleo desempenha um papel fundamental na regulação da qualidade do ar e do clima da região. Além disso, sua contribuição estende-se à proteção dos morros, encostas e solos, à promoção da polinização, ao fomento do turismo e à criação de oportunidades de lazer e bem-estar tanto para visitantes quanto para os residentes locais. Adicionalmente, oferece vistas deslumbrantes (Figura. 3).¹⁴

Figura 3. Campos nebulares, Núcleo Curucutu, PESM.



Fonte: (L.C. Vaz)

1.3 Plantas Parasitas e ordem Santalales

Plantas parasitas apresentam características que as tornam dependentes nutricionalmente de outras plantas, desenvolvendo para isso uma estrutura de conexão e absorção conhecida como haustório, que possui uma natureza complexa e se desenvolve além dos órgãos e tecidos do parasita, alcançando os hospedeiros. A região de contato entre a parasita e o hospedeiro é denominada "sistema haustorial."¹⁵

Essas plantas, devido a essa dependência nutricional, podem ser classificadas em dois grupos principais, holoparasitas e hemiparasitas. As holoparasitas, por exemplo, penetram seus haustórios no xilema e floema do hospedeiro para absorver água, nutrientes e fotoassimilados. Nesse caso, a parasita não produz clorofila e, conseqüentemente, não realiza a fotossíntese. Por outro lado, as plantas hemiparasitas apresentam uma dependência parcial, visto que penetram apenas o xilema do hospedeiro para a absorção de água e nutrientes. Diferentemente das holoparasitas, as hemiparasitas realizam a fotossíntese.¹⁵

Durante o curso da evolução do parasitismo em angiospermas, essas espécies apresentam adaptações altamente especializadas para uma ampla gama de condições encontradas nos ecossistemas. Elas estabelecem relações ecológicas significativas com outros organismos vivos, resultando em uma variedade de interações biológicas que podem ser caracterizadas como harmônicas (entre a planta e seus dispersores) ou desarmônicas (entre a planta parasita e hospedeira). De acordo com Stewart & Press (1990), a maioria dessas relações ecológicas conduz a um processo de coevolução entre os organismos envolvidos, o que pode levar ao desenvolvimento de relações tanto obrigatórias quanto facultativas.^{17.18}

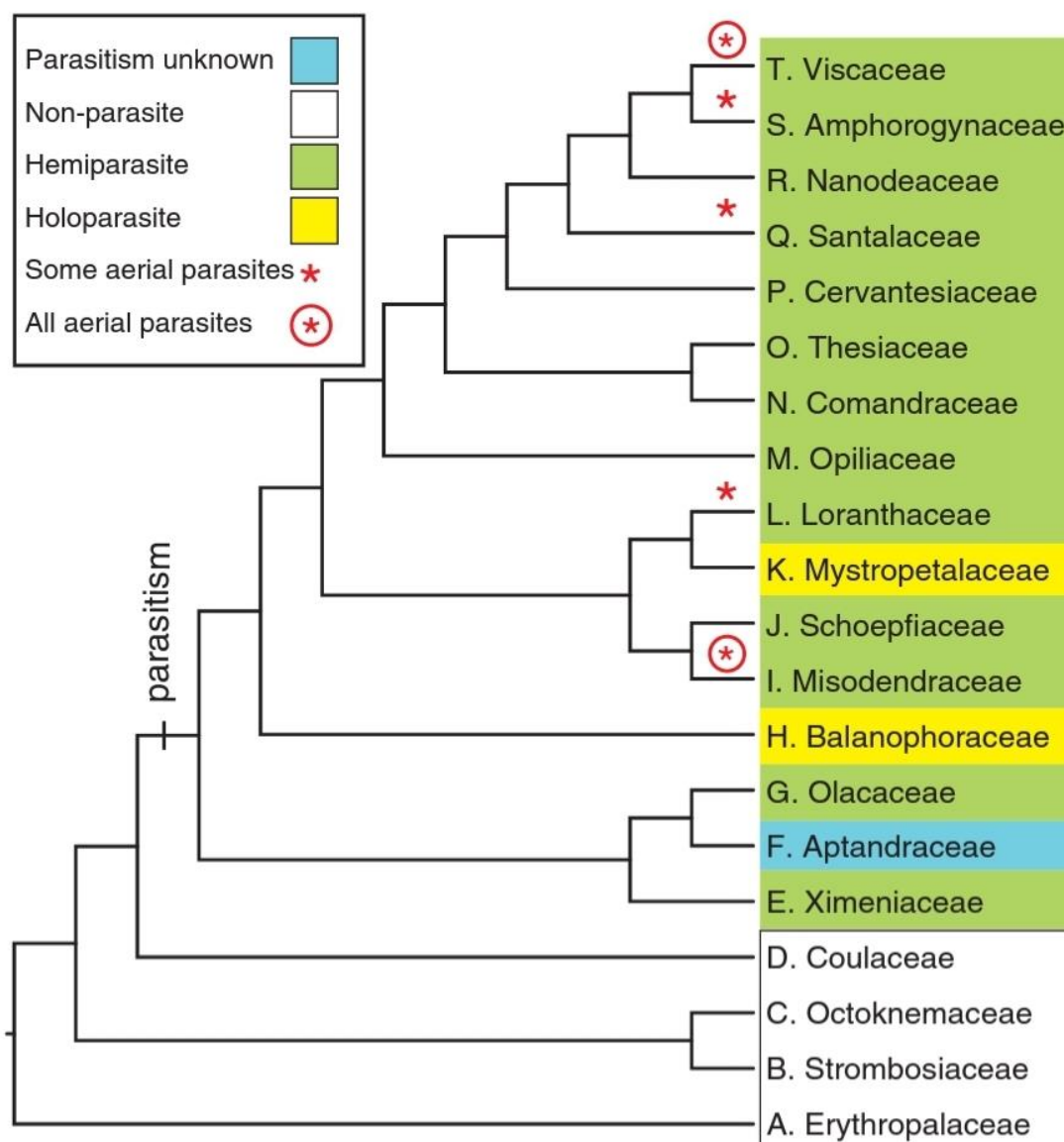
O parasitismo tem atravessado um extenso processo adaptativo, sofrendo inúmeros eventos desde o seu surgimento em angiospermas. Notavelmente, as plantas parasitas estão distribuídas em 12 ordens de angiospermas, compreendendo cerca de 4.400 espécies no total, sendo que mais da metade delas pertence à ordem Santalales.¹⁶

A ordem Santalales compreende aproximadamente 160 gêneros e cerca de 2.225 espécies. Ela é notavelmente caracterizada pelo hábito parasitário de suas espécies, que podem ser classificadas como holoparasitas ou hemiparasitas. No entanto, também se encontram aproximadamente 60 espécies que não apresentam esse hábito parasitário.^{21.22.23.24}

Santalales representa um dos grupos filogenéticos mais proeminentes entre as plantas parasitas em termos de diversidade populacional. Nesse contexto, foram observadas várias tendências evolutivas, abrangendo desde a transição inicial de hábito, a exploração de ramos aéreos em detrimento do parasitismo nas raízes, níveis variados de dependência nutricional, modos distintos de seleção de plantas hospedeiras e o surgimento de características estruturais notáveis.^{21.22.23.24}

Segundo Nickrent (2020), observa-se, no contexto da evolução, que o parasitismo aéreo surgiu em cinco ocasiões discretas dentre as Santalales, em Viscaceae, Amphorogynaceae, Santalaceae, Loranthaceae e Misodendraceae (Figura 4). Este fenômeno notável revela, por conseguinte, uma marcante manifestação de convergência evolutiva, diretamente relacionada ao hábito parasitário. Tal convergência evolutiva se faz evidente através da presença de características compartilhadas, que incluem a ocorrência de flores unissexuais, a presença de estruturas altamente especializadas para a fixação de sementes e a notável redução na quantidade de clorofila presente nas plantas afetadas por esse hábito parasitário^{25/26}.

Figura 4 Interrelações entre as 20 famílias atualmente reconhecidas para Santalales.



Fonte (Nickrent 2020)²⁶

A ordem exibe uma ampla distribuição geográfica, encontrando-se presente em todos os continentes, com exceção da região Antártica. A maior riqueza de espécies pertencentes a esta ordem é predominantemente observada em ecossistemas tropicais. A classificação taxonômica dessa ordem, conforme Stevens (2017), a posiciona dentro do clado das Superasterídeas, que engloba, além desta, as ordens Berberidopsidales e Caryophyllales, bem como todas as ordens que fazem parte do clado das Asterídeas.²⁷

Dentre as plantas pertencentes a esse grupo, algumas espécies são notáveis e conhecidas pelo público em geral, incluindo a árvore produtora de madeira de sândalo, as ervas-de-passarinho e o visco.²⁷

1.3.1 Santalaceae

A família Santalaceae, cuja origem remonta à região da Ásia Oriental, estabeleceu-se inicialmente na Laurásia durante os estágios iniciais do período Terciário. Subsequentemente, sua disseminação abrangeu continentes situados predominantemente na região meridional do globo terrestre. A família possui espécies caracterizadas por uma notável dicotomia sexual, podendo assumir formas dióicas ou monóicas. Além disso, são classificadas como hemiparasitas em relação às eudicotiledôneas, estabelecendo uma relação de dependência por meio de uma estrutura especializada denominada haustório.²⁸

Com uma distribuição cosmopolita que abrange aproximadamente 50 gêneros e cerca de 1.000 espécies, a riqueza taxonômica deste grupo é notável, no Brasil ocorrem sete gêneros e 54 espécies, das quais 16 são endêmicas. No Estado de São Paulo, encontram-se cinco gêneros e 24 espécies, incluindo *Dendrophthora warmingii* (Eichler) Kuijt, *Eubrachion ambiguum* (Hook. & Arn.) Engl., *Phoradendron piperoides* (Kunth) Trel. e *Thesium aphyllum* Mart. ex A. DC. (Figura. 5).²⁹

Figura 5. Espécies encontradas no Estado de São Paulo. A. *Dendrophthora warmingii*. B. *Eubrachion ambiguum*. C. *Phoradendron piperoides*. D. *Thesium aphyllum*.



Fonte: (Flora e Funga do Brasil)²⁹

Santalaceae é caracterizada pela presença de plantas herbáceas ou arbustos hemiparasitas que se desenvolvem em associação com os ramos ou raízes de arbustos e árvores hospedeiras. Suas folhas, em sua maioria, são simples, desprovidas de estípulas, apresentando frequentemente uma textura carnosa ou coriácea, ocasionalmente escamiforme. A inflorescência é do tipo espiciforme, contendo flores que podem ser unissexuais, o que leva a plantas que são monoicas ou dioicas, ocasionalmente bissexuais. O número de estames geralmente corresponde ao número de sépalas, enquanto o ovário pode ser classificado como superior ou ínfero, com óvulos que apresentam pouca diferenciação. Os frutos desta

família podem se manifestar na forma de bagas, drupas ou núculas, cada um contendo uma única semente, raramente duas.³⁰

A primeira revisão taxonômica da família Santalaceae foi desenvolvida por Trelease (1916). Nesse trabalho, o autor identificou e documentou a presença de 241 espécies pertencentes a esta família. No entanto, ao longo de um extenso período de tempo, a classificação da família Santalaceae foi sujeita a equívocos, sendo erroneamente agrupada sob a família Loranthaceae. Em algumas circunstâncias, inclusive, esta família foi incorretamente considerada como a família Viscaceae ou subfamília Viscoideae.²⁸

Apenas em 2008, a complexidade em relação a taxonomia de Santalaceae começou a ser esclarecida. Com a aplicação precisa de marcadores moleculares, finalmente se consolidou a validação do seu monofiletismo. Este avanço significativo proporcionou uma base sólida para futuras investigações, aprimorando nosso entendimento da diversidade botânica e das relações filogenéticas dentro desta família. De acordo com o APG III de 2009, a família Santalaceae pertence à Ordem Santalales, dentro do grupo Rosídeas II, que faz parte do núcleo das eudicotiledôneas. Esta família, em conjunto com Misodendraceae, representa a primeira linhagem do parasitismo aéreo, tendo alcançado essa adaptação há aproximadamente 72 milhões de anos. Ela engloba 26% das plantas parasitas da ordem Santalales.²⁸

1.3.1.1 Aspectos econômicos, medicinais e ecológicos

Em relação às questões econômicas, é importante destacar o *Santalum album* L., conhecido como sândalo, uma espécie amplamente reconhecida por seu hábito arbóreo e ocorrência natural em regiões que abrangem a Índia, China, Indonésia, Timor-Leste e Filipinas. A madeira proveniente dessa árvore possui uma ampla gama de aplicações, incluindo artesanato, produtos cosméticos, medicina tradicional e rituais de culto, enquanto o óleo essencial extraído dela é altamente valorizado no mercado.³¹

Infelizmente, devido à exploração excessiva e ao abate ilegal, as populações naturais de sândalo têm experimentado um declínio significativo. No caso particular de Timor-Leste, a exploração prolongada e excessiva teve um impacto particularmente severo. No entanto, é crucial reconhecer que o sândalo possui um

potencial considerável para se tornar uma fonte econômica vital para o país, contribuindo assim para o seu desenvolvimento sustentável.³¹

Jodina rhombifolia (Hook. & Arn.) Reissek, conhecida popularmente como "cancroso", "erva-cancrosa" e "sombra-de-touro", é uma arvoreta espinhenta de porte relativamente baixo, atingindo geralmente de 2 a 4 metros de altura. Sua copa é densa e altamente ramificada, caracterizada por inflorescências aglomeradas e curtas nas axilas das folhas, o que também a torna uma opção atraente para uso ornamental.³²

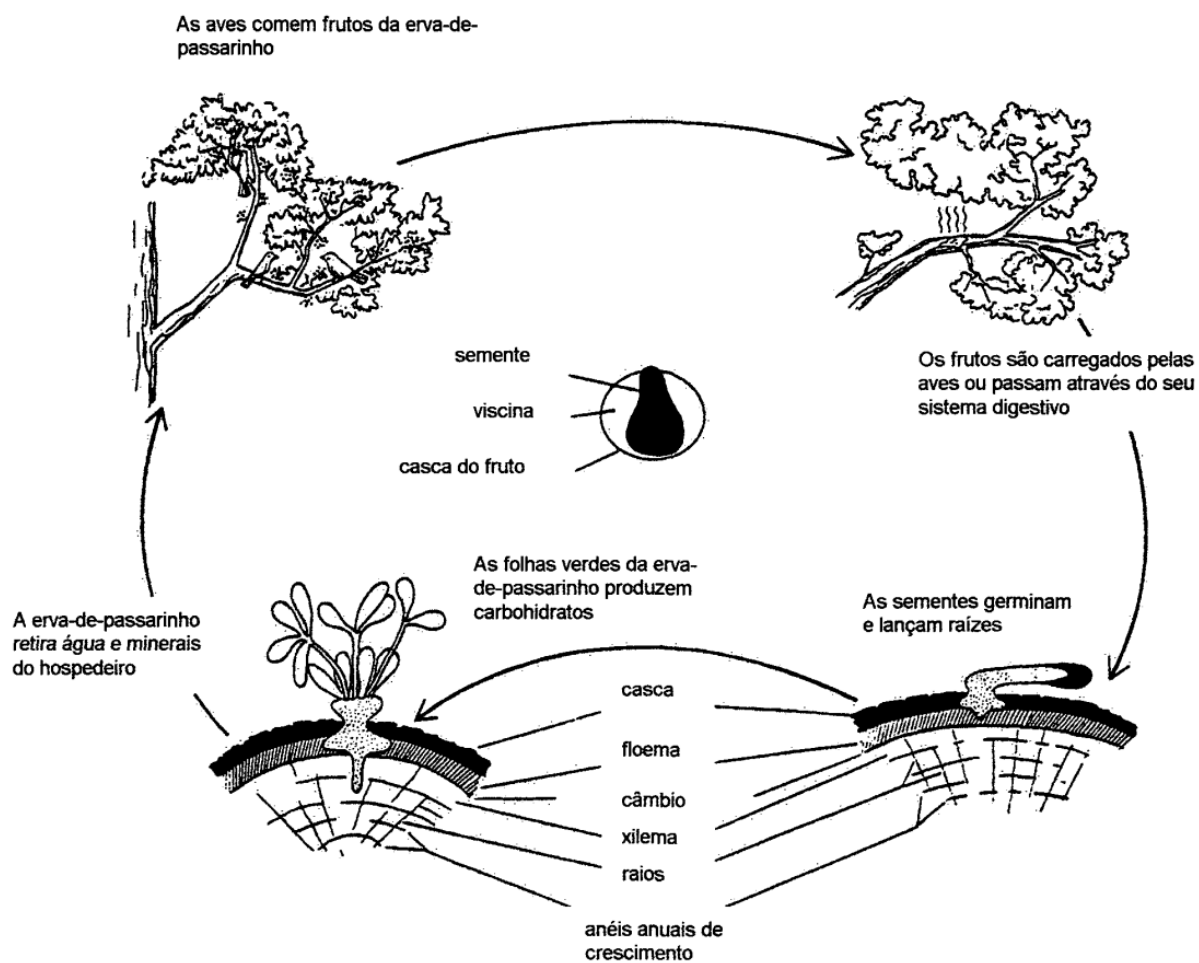
Além de seu potencial ornamental, essa espécie desempenha um papel significativo na medicina tradicional, sendo utilizada no tratamento de diversos problemas de saúde, incluindo resfriados, ferimentos infectados e distúrbios estomacais. Para esses fins terapêuticos, a planta pode ser preparada em forma de pó ou infusão, oferecendo benefícios medicinais.³²

No contexto ecológico, as flores de *S. album* desempenham um papel fundamental no ecossistema, servindo como uma valiosa fonte de alimento para mamíferos e insetos, enquanto também desempenham um papel crucial na polinização. Essa espécie tem como característica a autoincompatibilidade, o que as torna estritamente adaptadas à polinização cruzada por insetos. Entre os polinizadores mais comuns, destacam-se as moscas, juntamente com as abelhas.³⁰

Santalaceae são conhecidas popularmente como "ervas-de-passarinho" ou "visco", receberam esse nome devido ao seu método de dispersão. Isso ocorre porque suas sementes possuem um revestimento viscoso que as protegem na ingestão ou regurgitação por aves. Um exemplo notável é o *Viscum album* L., cujos frutos são amplamente consumidos por pequenas aves. Quando essas aves defecam, regurgitam ou limpam o bico, acabam depositando as sementes em uma árvore hospedeira. Esse processo promove a zoocoria, um importante mecanismo de propagação para essas plantas.³³

Dependendo da espécie da erva-de-passarinho e do tamanho da flor esta relação já pode existir a partir das flores onde, as aves podem atuar como agentes polinizadores. A maioria das espécies é ornitocórica, ou seja, a dispersão das sementes é feita por aves e está intimamente ligada aos seus hábitos alimentares (figura 6).³⁴

Figura 6. Ciclo de dispersão das sementes de erva-de-passarinho.



Fonte: (Manion, P.D. p 321).³⁵

2. Objetivo

Este trabalho tem como objetivo o levantamento de espécies da família Santalaceae no Núcleo Curucutu, Parque Estadual Serra do Mar.

Além disso, busca-se contribuir para o aprimoramento das habilidades em taxonomia vegetal por meio das experiências obtidas no laboratório e da participação nas atividades relacionadas ao acervo botânico.

3 Materiais e métodos

3.1 Materiais

O presente estudo se concentra no Núcleo Curucutu, situado no Parque Estadual Serra do Mar, abrangendo uma extensão total de 332 mil hectares, com uma altitude variando entre 750 e 850 metros. A região recebe uma precipitação anual que oscila entre 2000 e 3000 milímetros, caracterizando um clima temperado com verões quentes e chuvosos, contrastando com invernos de temperaturas mais amenas. A vegetação predominante na área é composta por florestas nebulares e campestres.¹⁴ Este estudo concentrou-se na análise da família Santalaceae na área de estudo.

3.2 Métodos

Para a identificação das espécies, utilizamos exemplares previamente coletados e armazenados nos acervos dos Herbário UNISA, PMSP e SP (acrônimos segundo Thiers [continuamente atualizado]).

Durante o desenvolvimento deste estudo, foram utilizados registros fotográficos de campo capturados pelo orientador e colaboradores, que haviam conduzido coletas prévias na área de estudo. Em laboratório, os materiais foram fotografados em detalhes com auxílio do estereomicroscópio.

Para a realização das análises morfológicas, foram utilizados: régua, lupa de mão, paquímetro, placa de Petri, Becker de vidro e agulhas. Além disso, os materiais foram comparados com literatura específica (Kuijt 1969¹⁵, Furlan & Arrais 1989³⁷, Caetano *et al.* 2002³⁸, Dettke & Waechter 2014³⁹, Dettke & Caires 2021⁴⁰, Dettke &

Caires 2023⁴¹) e demais artigos sobre a família e seus gêneros. Os dados de floração e frutificação foram obtidos nas fichas presentes nas exsicatas, das observações em campo e literatura. Os termos morfológicos seguiram os descritos em Gonçalves & Lorenzi (2011).⁴

4 Resultados e Discussão

No Núcleo Curucutu foram encontradas duas espécies de *Phoradendron* Nutt. (Santalaceae): *Phoradendron crassifolium* (Pohl ex DC.) Eichler e *Phoradendron fragile* Urb., e para distingui-las, segue a chave de identificação:

Chave de identificação de Santalaceae do Núcleo Curucutu.

1. Plantas verdes; folhas presentes; espiga bisseriada *Phoradendron crassifolium*
1. Plantas acastanhadas a amarelado-esverdeadas, folhas ausentes; espiga trisseriada*Phoradendron fragile*

4.1 Santalaceae R.Br.

4.1.1 *Phoradendron* Nutt., J. Acad. Nat. Sci. Philad., ser. 2, 1: 185. 1848.

Hemiparasitas perenes; dioicas ou monoico-diclinas; sobre angiospermas; ocorrem de forma agrupada ou esparsa sobre o hospedeiro; glabras; ramos de coloração variável, um ou vários ramos emergindo da conexão haustorial. **Ramos** cilíndricos a angulosos em seção transversal. **Catáfilos** presentes em todos os entrenós ou somente nos entrenós proximais dos ramos laterais; 1-7 pares na base ou dispostos ao longo do entrenó; livres ou formando bainha; férteis ou estéreis. Folhas expandidas a escamiformes; opostas; inteiras com margem lisa; carnosas ou coriáceas; pecioladas ou sésseis. **Inflorescência** em espiga axilar; segmentada. **Flores** de inserção rasa ou profunda, deixando foveas após a deiscência; monoclamídeas; actinomorfas; 3-meras; pétalas triangulares, ápice agudo, eretas; ovário ínfero; disco nectarífero na base do estilete; flores estaminadas com estames epipétalos, sésseis a subsésseis, pistilódio pouco desenvolvido; flores pistiladas com estilete reto, curto, estigma côncavo, sem estaminódios. **Frutos** pomáceo-viscídios com pétalas persistentes, globosos. **Sementes** elipsoidais, achatadas.

No Brasil, *Phoradendron* apresenta 41 espécies, sendo 11 endêmicas, além de 17 variedades, distribuídas em todos os Estados e Domínios Fitogeográficos, com maior diversidade na Amazônia. No Estado de São Paulo, ocorrem 19 espécies (Dettke & Caires 2023).⁴¹

4.1.1.1 *Phoradendron crassifolium* (Pohl ex DC.) Eichler in Martius, Fl. bras. 5(2): 125, Fig. 40. 1868.

Figura 7

Hemiparasitas monoico-diclinas. **Ramos** eretos a pendentes, cilíndricos a angulosos, verdes; entrenós 0,5-1 x 0,2 cm, os basais chegando a 0,9 cm de larg., nós não engrossados. **Catáfilos** presente em todos os entrenós, 5-7 pares, 1 par localizado 0,3-0,5 cm da base, livres. **Folhas** opostas; pecíolo 0,3-0,8 cm de compr.; lâminas 5,5-11,5 x 1,5-7 cm, cartáceas, elípticas a obovadas, base obtusa, ápice agudo a acuminado, nervação palmatinérvia, 5 nervuras primárias, conspícuas nas faces adaxial e abaxial, 3 nas folhas mais jovens. **Inflorescências** em espiga axilar 1,5-2 cm compr., bisseriadas. 1-4 pares de brácteas estéreis na base; 4-6 segmentos férteis; 3-6 flores por bráctea fértil. **Flor estaminada** ca. 1 cm de compr., 1, apical, pétalas lisas. **Flores pistiladas** ca. 1 cm de compr., abaixo da apical, pétalas lisas; fóveas levemente profundas. **Frutos** 0,3 cm diâm., lisos, amarelo-alaranjados a amarelados, perigônio levemente aberto. **Sementes** 0,1-0,2 x 0,1 cm.

Material examinado: BRASIL. São Paulo, Parque Estadual Serra do Mar, Núcleo Curucutu. Trilha do Mirante, 13.XII.1997, *R.J.F. Garcia et al.* 1436 (PMSP, UNISA). Ao lado da casa do visitante, 29.VIII.2022, *L.C. Vaz et al.* 30 (SP).

Material adicional examinado: BRASIL. São Paulo, Ubatuba, Núcleo Picinguaba, Trilha do Corisco, 10.XI.1993. *F. Barros et al.* 29833 (SP, SPF); Itupeva, 19.IV.1995, *R. Simão-Bianchini et al.* 683 (SP).

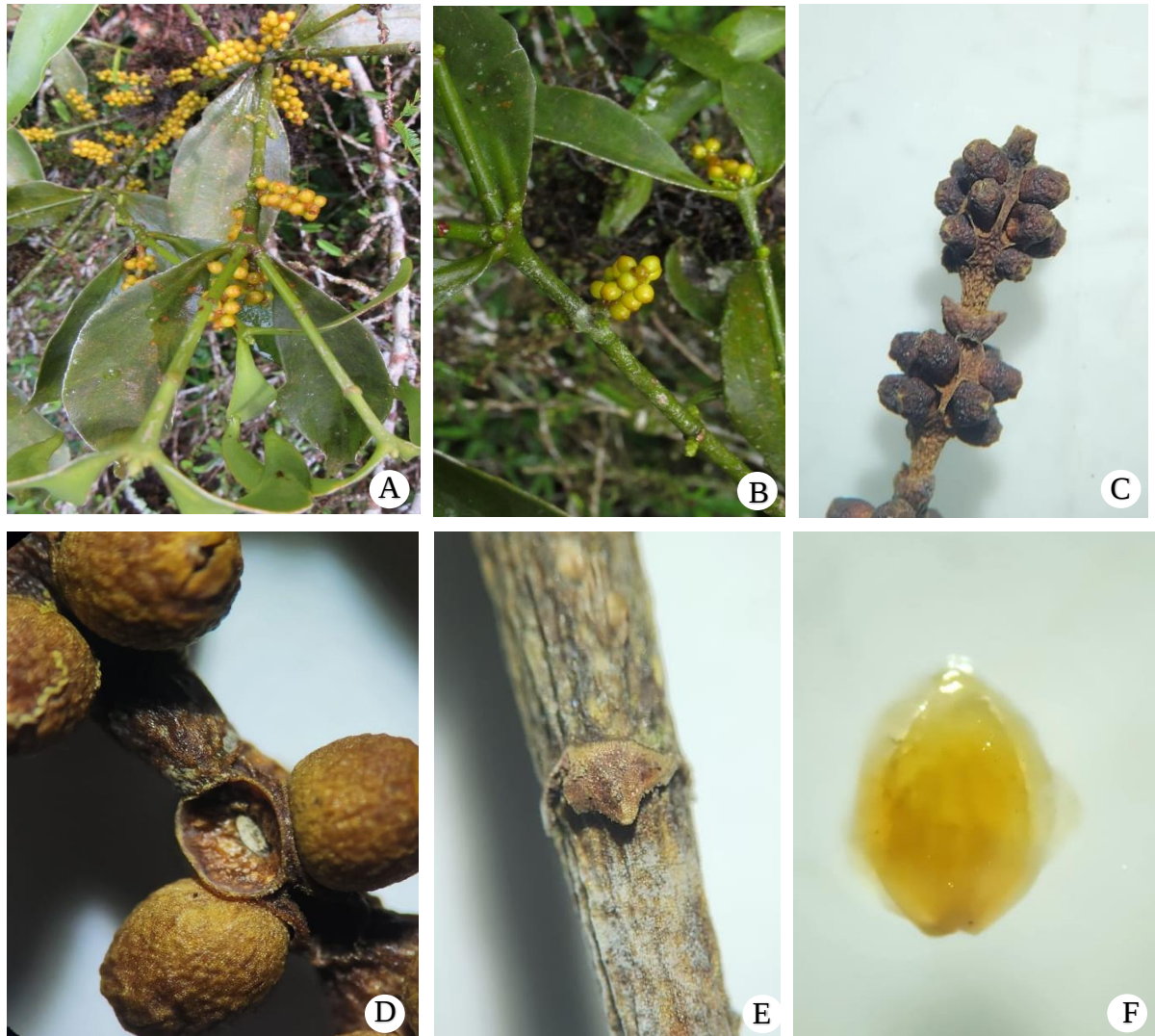
A espécie apresenta uma distribuição geográfica abrangente, abarcando desde a América Central até o sul do território brasileiro, ocorrendo em todos os domínios fitogeográficos do Brasil, além de incluir a ocorrência em algumas ilhas do Caribe (Kuijt 2003).

Na área de estudo, foi coletada apenas com frutos, em outubro e dezembro.

De acordo com Caires & Proença (2008)⁴³, Dettke & Waechter (2014)³⁹ e Dettke & Caires (2023)⁴¹, *P. crassifolium* é uma espécie generalista em relação aos seus hospedeiros. No Núcleo Curucutu foi registrada parasitando uma espécie de Fabaceae.

Segundo Dettke & Caires (2021)⁴⁰, *P. crassifolium* é uma das ervas-de-passarinho mais comuns no Brasil, sendo facilmente reconhecida pela presença de dois a cinco pares de catafilos férteis, além de folhas grandes. Neste trabalho, os espécimes analisados apresentaram até dois pares adicionais de catafilos férteis, chegando a sete (figura 7).

Figura 7. *Phoradendron crassifolium*. A. Ramos reprodutivos. B. Infrutescência. C. Inflorescência. D. Detalhes da fóvea. E. Catáfilo. F. Semente.



Fonte (A-B: J. Bianchi; C-F: L.C. Vaz).

4.1.1.2 *Phoradendron fragile* Urb., Bot. Jahrb. Syst. 23, Beibl. 57: 13. 1897.

Figura 8

Hemiparasitas dioicas. **Ramos** eretos, cilíndricos, acastanhados a amarelo-esverdeados; entrenós 2-3 x 0,3-0,6 cm, os basais chegando a 0,7 cm larg., nós levemente engrossados. **Catáfilos** somente nos entrenós proximais dos ramos laterais, 1-2 pares. **Folhas** ausentes. **Inflorescências** 1-2,8 cm compr., 1 por axila, trisseriadas, opostas, 1(-2) pares de brácteas estéreis, basais; 3-4 pares de brácteas férteis. **Flores estaminadas** 0,08-0,1 cm diâm, pétalas papilosas, esverdeadas; estames unidos por um tubo ligado ao pistilódio; fóveas rasas. **Flores pistiladas** não

observadas. **Frutos** 0,5 cm de diâm., lisos a papilosos, branco-alaranjados, perigônio aberto. Sementes 0,2 x 0,1 cm.

Material examinado: BRASIL. São Paulo, Parque Estadual Serra do Mar, Núcleo Curucutu. Trilha do Mirante, 13.VII.1997, *R.J.F. Garcia et al. 1429* (PMSP, UNISA); 16.VI.2000, *R.J.F. Garcia et al. 2017* (PMSP, SP, UNISA); Trilha Nova do Mirante, 29.VII.2022, *L.C. Vaz et al. 31* (SP).

Material adicional examinado: BRASIL. São Paulo, Tapiraí, Mata Pluvial Atlântica de Encosta, Rodovia SP 79, 11.V.1994, *R. Mello-Silva et al. 2017* (HRCB, SP, UEC). Santo André, Trilha construída pela CESP, estrada da Torre, 31.I.1996, *M. Sugiyama et al. 1407* (SP).

Phoradendron fragile é endêmica do Brasil, ocorrendo nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, no Distrito Federal e nos Estados de Goiás, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo (Dettke & Caires 2023).

Na área de estudo, foi coletada apenas com frutos, em agosto, outubro e dezembro.

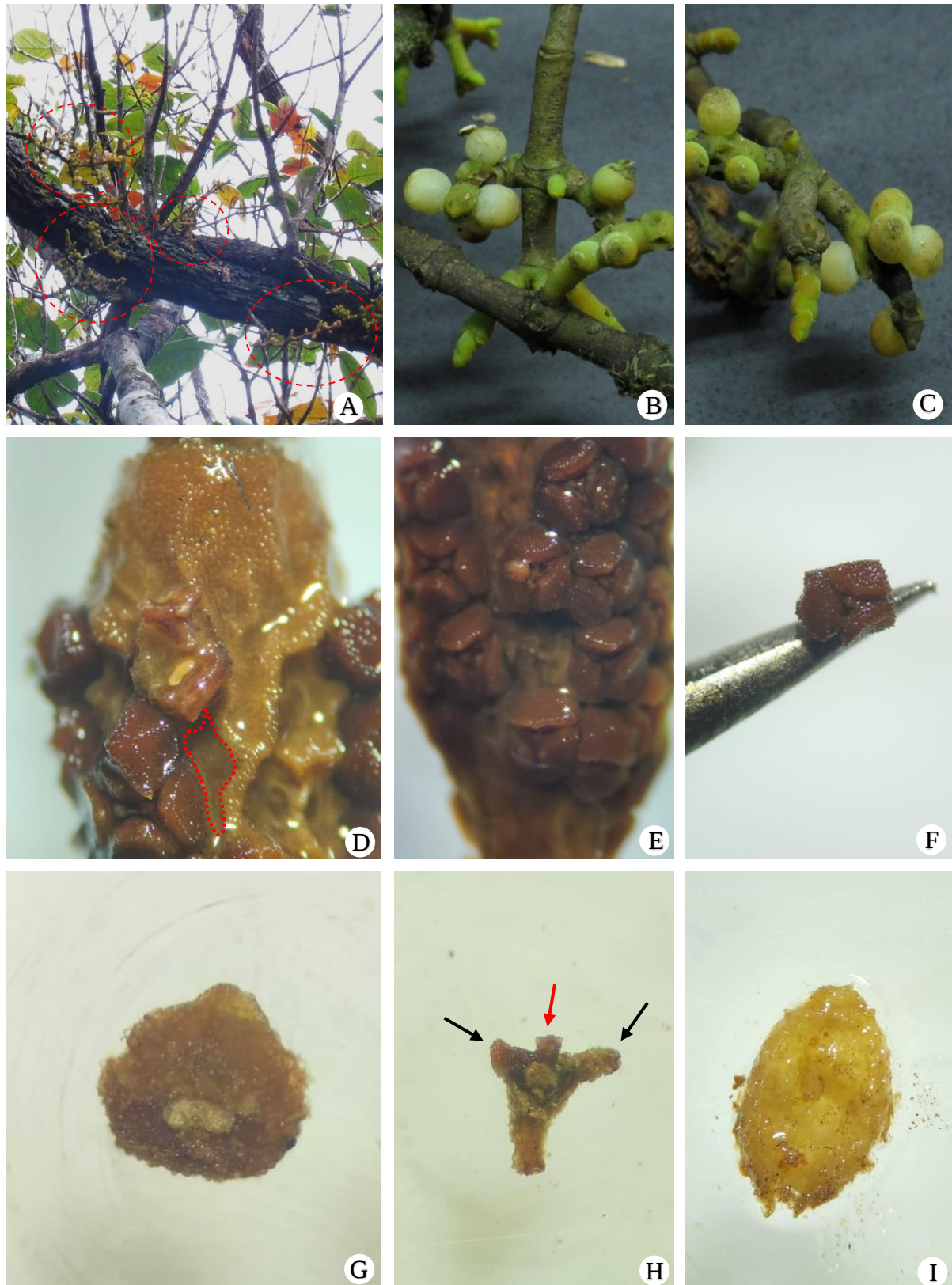
A espécie apresenta algo não descrito anteriormente, a flor estaminada possui um tipo de tubo, ao abrir a flor é possível visualizar que as anteras se separam do tubo central e o tubo fica apenas com pequenos filetes e o pistilódio.

Espécie considerada generalista (Dettke & Caires 2023). No Núcleo Curucutu, foi encontrada parasitando uma espécie de Melastomataceae (*R.J.F. Garcia et al. 2017*). Rizzini (1950)⁴⁴ considerou a espécie como dioica, mas que os indivíduos de flor estaminada não foram encontrados, o fenômeno se repetia inclusive no Estado de São Paulo, todavia, recentemente a descrição de indivíduos com flores estaminadas pode ser verificada em Dettke & Caires (2023). No Núcleo Curucutu, apenas indivíduos de flores pistiladas foram observados.

Rizzini (1952)⁴⁵ apontou que as espécies de plantas parasitas provavelmente seriam holoparasitas, o que colocaria *P. fragile* nessa categoria. Dettke & Caires (2023) deixa essa possibilidade em aberto. Devido a inconsistência desse dado,

mantemos a espécie como hemiparasita, mas enfatizamos a ausência de estruturas vegetativas ou reprodutivas visivelmente verdes.

Figura 8. *Phoradendron fragile*. A. Ramos na hospedeira. B. Infrutescências. C. Detalhe dos frutos na infrutescência. D. Detalhes da fóvea. E. Flores. F. Flor isolada. G. Pétala. H. Coluna estaminal, setas pretas para a inserção dos estames e seta vermelha para o estigma. I. Semente.



Fonte (A-C: J. Bianchi; D-I: L.C. Vaz).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo concluiu que o Núcleo Curucutu abriga duas espécies de plantas hemiparasitas do gênero *Phoradendron*. Algumas características facilitam a diferenciação delas, enquanto *P. crassifolium* possui ramos verdes e folhas robustas, *P. fragile* possui ramos acastanhados a amarelo-esverdeados e ausência de folhas.

Até o presente momento, apenas cinco estudos taxonômicos relacionados a plantas parasitas foram conduzidos no Estado de São Paulo. O presente trabalho contribui para a expansão do conhecimento sobre essas espécies, promovendo uma base sólida para investigações futuras. Todas as espécies foram coletadas em bordas de mata, principalmente em regiões com maior incidência de sol.

Este estudo desempenhou um papel fundamental na formação da autora, pois proporcionou uma imersão significativa na taxonomia vegetal. Isso foi alcançado por meio da exploração e manipulação de uma variedade de equipamentos e especificidades taxonômicas, bem como do acompanhamento das atividades diárias envolvendo o Herbário UNISA. Além disso, a autora adquiriu profundo conhecimento das metodologias empregadas no âmbito profissional da botânica, enriquecendo sua formação acadêmica e prática no campo da biologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 SOS Mata Atlântica. A Mata Atlântica [internet]. São Paulo; 2023. [acesso em 2023 jun. 15]. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/nossa-causa/a-mata-atlantica/>.
- 2 Ministério do Meio Ambiente. Mata Atlântica [internet]. São Paulo; 2023. [acesso em 2023 jun. 17]. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas/mata-atlantica/>
- 3 Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. CTFB. The Brazil Flora Group 2021. Flora do Brasil 2020 ago.; BFG. 1-28 pp. <http://doi.org/10.47871/jbrj2021001>
- 4 SOS Mata Atlântica. Atlas Mata Atlântica [internet]. São Paulo; 2023. [acesso em 2023 jun. 20]. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/iniciativa/atlas-da-mata-atlantica/>.

5 Jardim Botânico do Rio De Janeiro – JBRJ. Flora do Brasil [internet]. São Paulo; 2023. [Acesso em 2023 ago. 24]. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>

6 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Mata Atlântica. [Internet]. São Paulo; 2023 [acesso em 2023 Jul 12]. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomas-brasileiros/mata-atlantica/>

7 Futura Qsma. Conservação em hotspots de biodiversidade caso mata atlântica. [Internet]. São Paulo; 2018 [acesso em 2023 Jul 13]. Disponível em: <https://www.futuraqsma.com.br/conservacao-em-hotspots-de-biodiversidade-o-caso-mata-atlantica/>

8 Instituto Brasileiro de florestas. Bioma mata atlântica [internet]. São Paulo; 2023. [Acesso em 2023 Jul 21]. Disponível em: <https://www.ibflorestas.org.br/>

9 Ministério do Meio Ambiente. Mata Atlântica. [Internet]. São Paulo; [acesso em 2023 ago. 07]. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/component/>

10 Santos, A.R; Silva, S.G.; Nouh, J.R. Programa de Recuperação Socioambiental da Serra do Mar. Serra do Mar: Características Geológicas e Geotécnicas e Importância Estratégica. Os Bairros Cota. [internet]. São Paulo; 2023. [acesso em 2023 jun.15]. Disponível em: <https://www.abms.com.br/links/bibliotecavirtual/cobrae/2009-santos-silva-nouh.pdf>

11 Parque Estadual Serra do Mar. O Todo e as Partes. [internet]. São Paulo; 2023. [Acesso em 2023 ago. 17]. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/pesm/>.

12 Parque Estadual Serra do Mar. Curucutu. Sobre o Núcleo. [internet]. São Paulo; 2023. [acesso em 2023 ago 24]. Disponível em: <http://www.parqueestadualserradomar.sp.gov.br/pesm/nucleos/curucutu/sobre/>.

13 Parque Estadual Serra do Mar. Parque estadual Serra do Mar [internet]. São Paulo; 2023. [acesso em 2023 ago 22]. Disponível em: <http://www.Parqueestadualserradomar.sp.gov.br/pesm/sobre/>.

- 14 Parque Estadual Serra do Mar. Curucutu. Sobre o Núcleo.[internet].São Paulo; 2023. [acesso em 2023 ago 26]. Disponível em: <http://www.parqueestadualserradomar.sp.gov.br/pesm/nucleos/curucutu/sobre/>.
- 15 Kuijt, J. The biology of parasitic flowering plants. Berkeley: University of California Press; 1969. 246 p.
- 16 Nickrent, D.L.; Malécot, V.; Vidal-Russel, R.; Der, J.P. A revised classification of Santalales. *Taxon*. (abr.2010); 59(2): 538-558. Doi: 10.2307/25677612
- 17 Raven, P.H.; *et al.* *Biologia Vegetal*. 6 eds. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.
- 18 Stewart, G.R.; Press, M.C. The physiology and biochemistry of parasitic angiosperms. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular* (nov.2003). v.41, p.127-151.
- 21 Maheshwari, P; Johri. B.M.; Dixit, S.N. The floral morphology and embryology of the Lorantheoideae (Loranthaceae). *Journal of the Madras University* (nov.1957).19v. 27, p.121-136.
- 22 Johri, B.M.; Ambegaokar, K.B.; Srivastava, P.S. *Comparative embryology of angiosperms*. (ago.1992) Berlin: Springer-Verlag.
- 23 May, D.S. Morphological and Physiological Differentiation of Populations in Texas. *American Journal of Botany* (mai.1972)19 v.59, n.1, p. 12-22.
- 24 Coccuci, A.E.; Venturelli, M. El ovulo y el gineceo en Loranthaceae. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* (fev.1982). v. 21, p. 131-141.
- 25 Nickrent L.D. Parasitic angiosperms; How often and how many? (fev.2020); 1:8-9. Doi: <https://doi.org/10.1002/tax.12195>
- 26 Westwood, J.H.; Yoder, J.I.; Timko, M.P.; Pamphilis, C.W. The evolution of parasitism in plants. *Trends in Plant Science* (abril.2010) v.15, p.227-235.
- 27 Stevens, P.F. Angiosperm Phylogeny [internet]. São Paulo; 2023. [acesso em 2023 set 01]. Disponível em: <http://www.mobot.org/mobot/research/apweb/>.

- 28 Vasconcelos, G.C.L.; Claudenir, S.C.; Melo, J.I.M. Flora da Paraíba: Santalaceae R.Br. [artigo]. Campina Grande: Universidade Estadual da Paraíba;2015
- 29 Flora e Funga do Brasil. [internet]. São Paulo ;2023. [acesso em 2023 out.08]. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>
- 30 Aukema, J.E. Vectors, Viscin, and Viscaceae: Mistletoes as Parasites, Mutualists, and Resources. *Frontiers in Ecology and The Environmet.* (mai.2003); 1(4): 212-219. Doi: 10.2307/3868066
- 31 Bareto, A. Conservação de Sândalo (*Santalum album* L.) em Timor Leste: estudo de caso. Repositório Universidade Évora. (abril.30); v (1); p1.
- 32 Harri Lorenzi. F.J. Abreu Matos. Plantas medicinais no Brasil: Nova Odessa. 2º Edição; p. 481.
- 33 Rubiales, D.; Heide-Jørgensen S. Parasitic Plants. *In: Encyclopedia of Life Science (ELS).* John Wiley & Sons, Ltd: Chichester. (2011); v (1). DOI: 10.1002/9780470015902.a0021271
- 34 Rotta, E. Erva-de-passarinho (Loranthaceae) na arborização urbana: passeio Público de Curitiba, um estudo de caso. [tese]. Curitiba: Universidade federal do Paraná; 2001.
- 35 Manion, P.D. Tree Disease Concepts.2ed. Australia: Pearson; 1991. 321p.
- 36 Thiers, B. [continuamente atualizado] Index Herbariorum: a global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. [acesso em 2023 out 23]. Disponível em: <https://sweetgum.nybg.org/science/ih/>
- 37 Furlan A.; Arrais M. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Santalaceae. *Bol. bot.* [Internet]. jun. de 1989 [citado 13 de novembro de 2023]; 110:81-3. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/bolbot/article/view/57752>
- 38 Caetano A.C; Assis M.A.; Furlan A. (2002). Santalaceae. *In: Wanderley MGL, Sherpherd GL, Giulietti AM, Melhem TS, Bittrich V & Kameyama C (eds.) Flora Fanerogâmica do estado de São Paulo.* Instituto de Botânica, São Paulo. vol. 2, pp311-312

- 39 Dettke G.A.; Waechter J.L. Estudo Taxonômico das ervas-de-passarinho da região sul do Brasil: II. Viscaceae (*Phoradendron*). (dez.2014). (4); 1. Doi.org/10.1590/2175-7860201465409.
- 40 Dettke G.A.; Caires C.S. Synopsis of *Dendrophthora* and *Phoradendron* (Santalaceae) in Brazil. Dez; 2021; 72 (1). doi.org/10.1590/2175-7860202172132
- 41 Dettke, G.A.; Caires, C.S. *Phoradendron* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. [Acesso em: 06 out. 2023]. Disponível em: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB14422>
- 42 Gonçalves, E.G.; Lorenzi, H. Morfologia vegetal: Organografia e Dicionário Ilustrado de Morfologia das Plantas Vasculares. 2. ed. São Paulo: Instituto Plantarum; 2011. 512p.
- 43 Caires, C.S.; Proença, B.L.C. Levantamento preliminar dos hospedeiros de *Dendrophthora* e *Phoradendron* (Santalaceae) no distrito federal do Brasil. Herigeriana. jun 2008; v (2):1, p 11-22.
- 44 Rizzini, C.T. 1950. Sobre *Phoradendron fragile* Urb. Rev. Brasil. Biol. 10(1):45-58.
- 45 Rizzini, C.T. Pars specialis prodromi monographiae loranthacearum brasiliae terrarumque finitimarum. Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, dez. 1952, v. 12, n. 30/31, p. 42-126.