



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA (UFRA)
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI (MPEG)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - BOTÂNICA
TROPICAL (PPGBot)

MIZALENE SILVA DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA DE CAMPINARANA GRAMÍNEO-LENHOSA
DA AMAZÔNIA MARANHENSE**

BELÉM – PARÁ
2025



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA (UFRA)
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI (MPEG)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - BOTÂNICA
TROPICAL (PPGBot)

MIZALENE SILVA DA SILVA

CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA DE CAMPINARANA GRAMÍNEO-LENHOSA
DA AMAZÔNIA MARANHENSE

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia/Museu Paraense Emílio Goeldi como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Botânica Tropical.

Orientador: Dr. Lucas Cardoso Marinho

Co-orientador: Dr. André Vito Scatigna

BELÉM –PARÁ
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586c *Silva, Mizalene silva da*
Caracterização florística de campinarana gramíneo-lenhosa da Amazônia maranhense / Mizalene silva da
Silva. - 2025.
90 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Cardoso Marinho
Coorientador: Prof. Dr. André Vito Scatigna.

1. Flora. 2. Fitofisionomias. 3. Neossolos Quartzarênicos. 4. Fauna. I. Marinho, Lucas Cardoso ,
orient. II. Título

CDD

341.347509811

MIZALENE SILVA DA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO FLORÍSTICA DE CAMPINARANA GRAMÍNEO-LENHOSA
DA AMAZÔNIA MARANHENSE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia/Museu Paraense Emílio Goeldi como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas – Botânica Tropical.

Data do exame: 27 de fevereiro de 2025

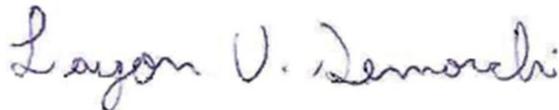
BANCA EXAMINADORA



Dr. Lucas Cardoso Marinho – Presidente da Banca
Universidade Federal do Maranhão – UFMA



Dra. Raysa Valéria Carvalho Saraiva – 1ª Examinadora
Universidade Federal do Maranhão – UFMA



Dr. Layon Oreste Demarchi – 2ª Examinador
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA



Dra. Clebiana de Sá Nunes – 3ª Examinadora
Museu Paraense Emílio Goeldi – MPEG

BELÉM – PARÁ
2025

AGRADECIMENTOS

Ao longo da minha jornada até o mestrado, muitas pessoas incríveis cruzaram o meu caminho, e é com imensa gratidão que escrevo estas palavras.

Primeiramente, agradeço aos meus professores — meu orientador Lucas Cardoso Marinho, meu coorientador André Vito Scatigna e à professora Francisca Helena Muniz — que me deram todo o apoio necessário para a realização deste trabalho, sendo figuras fundamentais tanto na minha vida profissional quanto pessoal.

Agradeço também à minha mãe (Maria), aos meus irmãos (Mizanete e Mizalan) e ao meu companheiro (Luis Carlos) por acreditarem em mim e me apoiarem em todos os momentos. Sem vocês, eu não teria conseguido chegar até aqui.

Não posso deixar de mencionar o Herbário Rosa Mochel, que se tornou minha casa antes mesmo de eu iniciar o mestrado. Agradeço aos meus amigos que lá encontrei: Thamires, Layanne, Iara e Fabiana. Vocês foram essenciais em todas as etapas, desde a herborização até a montagem das exsicatas, além de sempre me apoiarem na vida pessoal. Um agradecimento especial à Layanne e Rayanne, que estavam sempre dispostas a ajudar nos finais de semana no herbário.

Sou grata também às pessoas que me auxiliaram nas coletas de campo, especialmente ao Sr. Jangulo Sá Silva, que me acompanhou na coleta de solos, carregando comigo os pesados sacos de areia.

Agradeço aos amigos que fiz em Belém, a toda a minha turma de mestrado e ao corpo docente. Muito obrigada por me acolherem e por tornarem esse ambiente novo tão acolhedor.

Sou grata à UFRA e ao Museu Goeldi por me permitirem fazer parte dessas instituições tão respeitáveis. Por fim, agradeço ao CNPq pela concessão da bolsa (130392/2023-5); essa oportunidade foi fundamental para a minha permanência e para a experiência enriquecedora de estudar Botânica na UFRA/Goeldi.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

As campinaranas são ecossistemas de areia branca (EABs) imersos no domínio amazônico e podem ser classificadas como florestadas, arborizadas, arbustivas e gramíneo-lenhosas, com base, especialmente, na fitofisionomia que acompanha as condições hidro-edáficas. No entanto, o conhecimento sobre a flora desses ecossistemas é limitado, especialmente no extremo leste da Amazônia. Diante disso, buscamos ampliar o conhecimento florístico das campinaranas gramíneo-lenhosas da Amazônia maranhense. Para isso, realizamos um levantamento florístico por meio de caminhamento livre em três áreas de areia branca, previamente selecionadas por imagens de satélite, localizadas na porção noroeste do Maranhão. Ainda, foram conduzidas análises para determinar a composição física e química do solo. As coletas ocorreram em quatro expedições de campo, distribuídas no início da chuva, auge da cheia, início da seca e auge da estiagem, distribuídas entre os anos de 2023 e 2024. Durante o levantamento, foram amostradas 175 espécies de angiospermas, distribuídas em 52 famílias. As famílias mais representativas foram: Cyperaceae (18 espécies), Lentibulariaceae (14 espécies), Rubiaceae (13 espécies), Melastomataceae (12 espécies), Poaceae (10 espécies), Bromeliaceae (7 espécies), Eriocaulaceae (7 espécies), Fabaceae (7 espécies) e Orchidaceae (7 espécies). A predominância de espécies herbáceas reflete a adaptação do ecossistema às condições adversas do solo arenoso, distrófico e ácido. Embora a flora seja composta majoritariamente por espécies de ampla distribuição geográfica (70,3%), as mais frequentes e amplamente distribuídas no ecossistema são as exclusivas de campinaranas, as adaptadas a ambientes oligotróficos, e aquelas pertencentes às famílias Cyperaceae, Poaceae e Lentibulariaceae. A análise de similaridade florística entre EABs revelou que as campinaranas gramíneo-lenhosas do Maranhão são mais semelhantes entre si, e heterogêneas em relação aos outros EABs comparados. E evidencia que a proximidade geográfica entre as áreas de campinaranas gramíneo-lenhosa influencia o compartilhamento de espécies. Isso sugere que a proximidade espacial desempenha um papel importante na composição das comunidades florísticas dessas áreas e o endemismo relaciona-se à fitofisionomia e ao local de ocorrência. Devido à importância ecológica desses ecossistemas no Maranhão, que estão sofrendo perdas significativas de habitat em decorrência da expansão agropecuária, é necessário adotar estratégias de conservação eficazes. A flora local, específica e adaptada às condições desses ecossistemas, destaca a necessidade de proteger a biodiversidade e os serviços ambientais que esses ambientes oferecem. A criação de novas unidades de conservação, juntamente com o aumento das pesquisas científicas, é fundamental para proteger e restaurar esses ecossistemas únicos, garantindo a continuidade dos processos ecológicos que sustentam a vida nessas áreas.

Palavras-chave: Ecossistemas de areia branca; fitofisionomias; Neossolos Quartzarênicos.

ABSTRACT

Campinaranas are white-sand ecosystems (WSEs) embedded within the Amazon domain and can be classified as forested, wooded, shrubby, or grassy-woody, based primarily on their phytophysiology in relation to hydro-edaphic conditions. However, knowledge about the flora of these ecosystems is still limited, especially in the easternmost portion of the Amazon. In this context, we aimed to expand the floristic knowledge of the grassy-woody campinaranas of the Maranhão Amazon. To achieve this, we conducted a floristic survey through free-walking sampling in three white-sand areas, previously selected using satellite imagery, located in the northwestern region of Maranhão. In addition, analyses were conducted to determine the physical and chemical composition of the soil. Field collections were carried out during four expeditions, distributed across different seasonal phases: the beginning of the rainy season, peak flooding, the onset of the dry season, and peak drought, between the years 2023 and 2024. During the survey, 175 species of angiosperms were recorded, distributed across 52 families. The most representative families were: Cyperaceae (18 species), Lentibulariaceae (14), Rubiaceae (13), Melastomataceae (12), Poaceae (10), Bromeliaceae (7), Eriocaulaceae (7), Fabaceae (7), and Orchidaceae (7). The predominance of herbaceous species reflects the adaptation of the ecosystem to the harsh conditions of the sandy, dystrophic, and acidic soil. Although the flora is mostly composed of species with a wide geographic distribution (70.3%), the most frequent and widely distributed within the ecosystem are those exclusive to campinaranas, adapted to oligotrophic environments, and primarily from the families Cyperaceae, Poaceae, and Lentibulariaceae. The floristic similarity analysis among WSEs revealed that the grassy-woody campinaranas of Maranhão are more similar to each other and more heterogeneous when compared to other WSEs. This indicates that the geographic proximity between the areas of grassy-woody campinaranas influences the sharing of species. It suggests that spatial proximity plays an important role in the composition of plant communities in these areas and that endemism is related to both the phytophysiology and the specific location of occurrence. Given the ecological importance of these ecosystems in Maranhão, which are undergoing significant habitat loss due to agricultural and livestock expansion, the adoption of effective conservation strategies is essential. The local flora, specific and adapted to the conditions of these ecosystems, underscores the need to protect the biodiversity and ecosystem services they provide. The creation of new conservation units, along with increased scientific research, is fundamental to protect and restore these unique ecosystems, ensuring the continuity of the ecological processes that sustain life in these areas.

Keywords: White-sand ecosystems; phytophysiologies; Quartzarenic Neosols.

SUMÁRIO

Lista de Tabelas.....	1
Lista de Figuras.....	2
Introdução.....	4
Justificativa.....	6
Objetivos.....	7
Referencial teórico.....	8
Material e métodos.....	17
Resultados e discussão.....	21
Conclusão	47
Referências.	48
ANEXO I - <i>Calea breviflora</i> (Asteraceae): a new species endemic to white sand ecosystems of easternmost Amazon, Maranhão, Brazil	60
ANEXO II - GUIA DE CAMPO.....	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização física e química do solo em áreas de campinaranas gramíneo-lenhosas no Maranhão, obtidos a partir de amostras coletadas em pontos inseridos na matriz herbácea de três áreas de areia branca: Área 1 e Área 2, localizadas em Carutapera, e Área 3, em Boa Vista do Gurupi, Maranhão (Brasil). Para fins comparativos, também são apresentados dados de Demarchi *et al.* (2018) e Targhetta *et al.* (2015), referente a áreas de campinaranas no estado do Amazonas. Apresentam-se os valores médios \pm desvio padrão para os parâmetros do solo das áreas. 29

Tabela 2: Caracterização física e química do solo das campinaranas gramíneo-lenhosas, Maranhão. Valores dos parâmetros do solo para as três áreas de areia branca - Área 1 e Área 2 em Carutapera e Área 3 em Boa Vista do Gurupi, Maranhão (Brasil). Os valores são a média \pm desvio padrão, de amostras coletadas em pontos em pontos de transição da campinarana gramíneo-lenhosa com a vegetação arbórea (Transição campinarana). 30

Tabela 3: Checklist da flora de campinaranas gramíneo-lenhosa do estado do Maranhão, Brasil. **Hábito:** Erva; Arbus = Arbusto; Arvoreta; Palm = Palmeira; Tropa. = Trepadeira; Subar = Subarbusto. **Habitat:** gen = generalista; ohs = especialista em habitats oligotróficos; wss = especialista em areia branca. Distribuição: neo = Neotropical; sam = América do Sul; amz = bacia amazônica; bam = bacia amazônica brasileira. **Ocorrência:** ce = Cerrado; am = Amazônia; caa = Caatinga; fa = Floresta Atlântica; pam = Pampa; pan = Pantanal. **Vouchers:** MSS = Mizalene Silva da Silva; FHM= Francisca Helena Muniz; AVS = André Vito Scatingna; MSF = Milena Salazar Ferreira. 31

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Em (A) distribuição dos ecossistemas de areia branca, na Floresta Amazônica, em Adeney et al. 2016. Em (B) campinarana na Floresta Amazônica, evidenciando presença de campinarana no estado do Maranhão, em Oliveira-Filho *et al.* 2020. 6
- Figura 2:** Esquema das variações fitofisionômicas e dos perfis de solos das Campinaranas: campinarana florestada; campinarana arborizada; campinarana arbustiva; campinarana gramíneo-lenhosa. Elaborado pela autora (2025).14
- Figura 3:** Localização das áreas de estudo nos municípios de Carutapera e Boa Vista do Gurupi. Elaborado pela autora (2024). 18
- Figura 4:** Imagens mostrando visão geral das áreas de estudos – Área 01 (1°39'17"S 45°44'23"W) e Área 02 (1°32'06"S 46°06'40"W), município de Carutapera; Área 03 (1°40'37"S 46°08'45"W) município de Boa Vista do Gurupi. Fonte: Google Earth (2024). ...22
- Figura 5:** Aspectos gerais da vegetação que compõem as campinaranas do Maranhão, em (A) aspecto geral das fisionomias arbustivas e o solo, em (B) áreas de vegetação arborizada (C) aglomerado de *Encyclia granitica* e em (D) Palmeiras (*Mauritiella armata*). Autores, (2024).....24
- Figura 6:** Aspecto geral das áreas de vegetação herbácea, dos solos e fitofisionomias do seu entorno no período de estiagem. (área 2 Carutapera). Autores (2024)..... 25
- Figura 7:** Em (A) solo úmido destacando a dominância de Lentibulariaceae e Cyperaceae (área 1 Carutapera), em (B) raízes superficiais (área 3 Boa Vista do Gurupi), (C) solo de transição com vegetação arborizada (área 2 Carutapera), (D) solo da campinarana gramíneo-lenhosa destacando o lençol freático (área 2 Carutapera), (E) vegetação herbácea, esparsas arvoretas/arbustos e vegetação circundante no período chuvoso (área 2 Carutapera). Autores (2024). 26
- Figura 8:** Análise de Componentes Principais (PCA) dos solos das campinaranas gramíneo-lenhosa e em áreas de transição com vegetação arbórea, destacando a variação entre os diferentes pontos de amostragem de solo, com base nas características químicas e físicas analisadas. Elaborado pela autora (2025). 29
- Figura 9:** Números de espécies das campinaranas gramíneo-lenhosas estudadas no Maranhão, em (A) Número de espécies por famílias mais ricas. (B) Número de espécies por categoria de distribuição. (C) Famílias classificadas de acordo com a riqueza de espécies especialistas em areia branca (ws), o Número de espécies especialistas em habitat oligotrófico (olg), espécies generalistas (gen) e especialização não avaliada (na) e (D) Número de espécies por hábito..... 38
- Figura 10** - Diagrama de ordenação do escalonamento multidimensional não métrico (NMDS), representando a comparação florística entre as das três áreas de campinarana gramíneo-lenhosa do Maranhão (Area_1; Area_2 e Area_3); área de campinarana gramíneo-lenhosa do estado do Pará (Ferreira *et al.* 2009 = Cam_GL_PA); campinarana da Reserva do

Uatumã estado do Amazonas (Demarchi 2022 = Cam_OSC_AM); Restinga do Maranhão (Guterres et al. 2020 = Rest_MA) e Restinga do estado do Pará (Silva *et al.* 2010 = Rest_PA), valor de stress 0,1043. Elaborado pela autora (2024).
..... 42

Figura 11: Mapa do uso e cobertura do solo do domínio Amazônia dos municípios Carutapera e Boa Vista do Gurupi no estado do Maranhão, Brasil. Elaborado pela autora (2024). 45

1. INTRODUÇÃO

A Floresta Amazônica possui destaque mundial por ser a maior reserva florestal contínua do mundo e por ser um mosaico de ecossistemas, com grande diversidade de relevos, ciclos hidrológicos, índices pluviométricos, incidência solar e umidade (Nobre *et al.* 2021). O Brasil é o país com a maior cobertura vegetal dessa floresta, contendo aproximadamente 60% da área total desse domínio fitogeográfico, a chamada Amazônia Legal (Lemos & Silva 2011), a qual inclui os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia e Roraima e parte dos estados do Maranhão, Mato Grosso e Tocantins. Nas regiões limítrofes com o Cerrado e Pantanal, formam-se áreas de transição, onde há um intercâmbio de espécies entre os domínios (Coutinho 2016).

Ao longo da sua extensão, a Amazônia apresenta diversos tipos de vegetação, fortemente influenciadas pelo regime de chuvas, tipos de solo e proximidade com corpos d'água. Há áreas alagáveis, conhecidas como igapós ou várzeas, onde a vegetação é adaptada à pressão seletiva introduzida pelo ciclo das águas — essas formações cobrem aproximadamente 750 mil km² da área da Amazônia (Wittmann & Junk 2016) — e florestas de terra-firme, as quais ocorrem em áreas mais altas, não sujeitas a inundações (Oliveira & Daly 2001). Florestas de Várzeas, igapós e de terra-firme costumam ser as vegetações amazônicas mais retratadas em livros e reportagens e, portanto, mais conhecidas pela população em geral (e.g. Embrapa 2018). Entretanto, a Floresta Amazônica também guarda os ecossistemas de areia branca (EAB; white-sand ecosystems, ou WSE, em inglês), grupos vegetacionais como que se desenvolve sobre solo predominantemente arenosos, como restingas amazônicas e campinaranas.

As campinaranas apresentam características únicas, formando verdadeiras ilhas de diversidade dentro da Amazônia. Esse tipo vegetacional ocorre no Brasil e em outros países que abrigam a Amazônia, isto é, Colômbia, Guiana, Guiana Francesa, Peru, Suriname e Venezuela (Adeney *et al.* 2016). O solo nessas áreas é constituído quase completamente de areia branca, entremeada por solos argilosos em que predominam os podzois hidromórficos, ou areias quartzosas, solos oligotróficos, lixiviados, ácidos (pH de 4,5 a 5,5) e com possível toxicidade devido a altas concentrações de alumínio (Oliveira & Daly 2001; Adeney *et al.* 2016). As campinaranas são bastante heterogêneas, a vegetação por vezes baixa e esclerófila, com árvores com troncos estreitos, copas pequenas e poucos galhos (Anderson, 1981; Demarchi *et al.* 2018; Almeida *et al.* 2022). As copas esparsas abrem caminho para uma maior incidência de luminosidade no solo e, conseqüentemente, um número expressivo de herbáceas dividem a cobertura do solo com uma fina camada de folhas decíduas (Oliveira &

Daly 2001). A distinção entre o solo das campinaranas e o solo que circunda essas unidades faz com que sejam consideradas um componente único e importante da biodiversidade Amazônica (Adeney *et al.* 2016). Por outro lado, o pequeno tamanho e o isolamento das manchas de areia branca contribuem para altos níveis de endemismo, apesar de uma relativamente baixa riqueza de espécies (Ter Steege *et al.* 2000; Demarchi *et al.* 2022).

O Maranhão abriga o limite leste da Amazônia, uma região que faz parte do conhecido — arco do desmatamento (Nepstad *et al.* 1995). Esse estado, a partir das décadas de 70 e 80, foi submetido a intensas ações de devastação ambiental, em função do estímulo aos grandes projetos agropecuários (Silva *et al.* 1999), que persistem até o momento atual. Embora as ameaças à biodiversidade do estado sejam conhecidas, ainda se sabe pouco sobre os ecossistemas da região, especialmente aqueles associados à Amazônia e com características únicas. A demanda por diagnósticos de vegetação acurados visando políticas voltadas para conservação junto à necessidade de —colocar essas áreas no mapa do conhecimento da flora do Maranhão, fazem parte da motivação desse projeto.

Na revisão de Adeney *et al.* (2016) sobre os ecossistemas de areia branca, é fornecido um mapa de distribuição dessas áreas na Floresta Amazônica (ver Fig. 1 em Adeney *et al.* 2016) (Figura 1A). Neste mapa, áreas de vegetação aberta presente na Amazônia maranhense não estão representadas. Entretanto, no trabalho de Oliveira-Filho *et al.* (2020) é destacado um ponto no extremo leste da Amazônia, indicando a presença de campinarana no estado do Maranhão (ver Fig. 1 em Oliveira-Filho *et al.* 2021) (Figura 1B). Por imagens de satélite é possível observar diversas manchas de areia branca no noroeste do Maranhão, semelhantes às da Amazônia Central. A ausência de estudos nessas áreas torna as campinaranas do Maranhão desconhecidas, refletindo na abordagem de Adeney *et al.* (2016), que não usaram dados florísticos ou desconsideraram áreas muito pequenas. Adeney *et al.* (2016) também apontam uma concentração de estudos focados em áreas de areia branca nas regiões central e oeste da Amazônia, enquanto há menos estudos nas regiões sul e leste, nenhum destes em território maranhense.

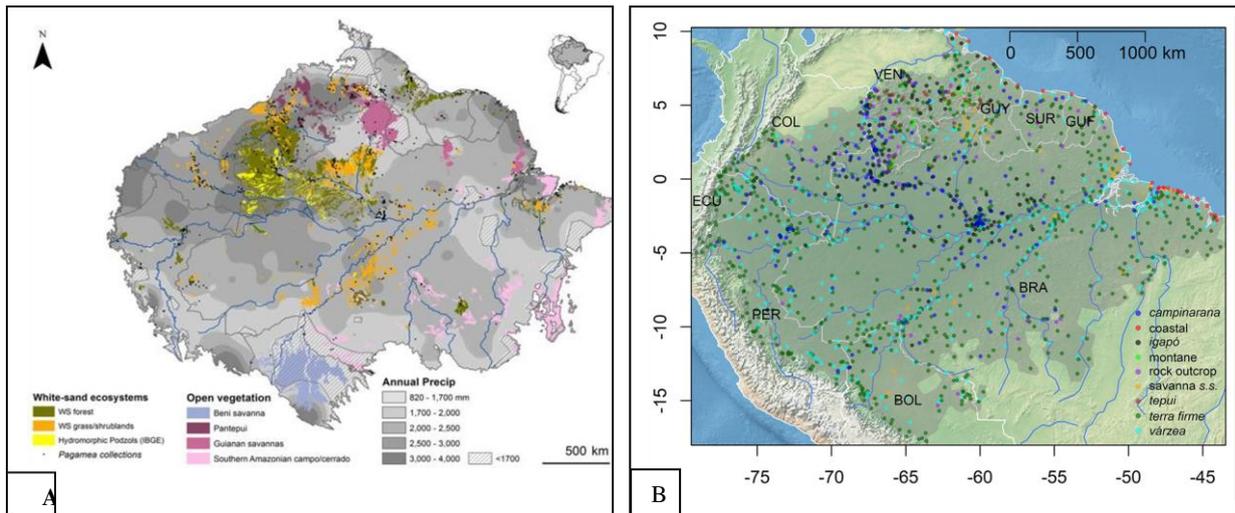


Figura 1: Em (A) distribuição dos ecossistemas de areia branca, na Floresta Amazônica, em Adeney et al. (2016). Em (B) campinarana na Floresta Amazônica, evidenciando presença de campinarana no estado do Maranhão, em Oliveira-Filho *et al.* (2021).

2. JUSTIFICATIVA

Campinaranas constituem vegetações únicas dentro da Amazônia. Apenas uma pequena proporção desse ecossistema é bem estudada sob o ponto de vista florístico e, menos ainda, está inserido em áreas protegidas. A porção maranhense da Amazônia está em uma área de relativamente fácil acesso, o que viabiliza a implementação de sistemas agropecuários extensivos que, por sua vez, têm impacto direto e negativo sobre a cobertura vegetal nativa, especialmente sobre em áreas de vegetação aberta, como os EABs. É possível que as áreas de campinaranas no território maranhense estejam sendo negligenciadas e, portanto, sob grande ameaça a sua conservação. Nesse sentido, é necessário e urgente investigar a flora associada às áreas de areia branca presentes no noroeste do Maranhão. Essa investigação contribuirá para uma classificação mais precisa das campinaranas no geral e da composição vegetal da Amazônia maranhense, servindo de subsídio para políticas de conservação da biodiversidade.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Ampliar o conhecimento florístico das áreas de campinarana gramíneo-lenhosa do extremo Leste da Amazônia.

3.2. Objetivos específicos

- Prover uma lista florística de áreas de campinarana gramíneo-lenhosa do noroeste do Maranhão;
- Caracterizar o solo das campinaranas gramíneo-lenhosas do noroeste do Maranhão;
- Comparar a composição florística das campinaranas gramíneo-lenhosas do noroeste do Maranhão com outras áreas de EABs;
- Avaliar o grau de conservação de áreas de campinarana gramíneo-lenhosa do noroeste do Maranhão;
- Reconhecer e descrever possíveis novos táxons das áreas de areia branca do noroeste do Maranhão.

5. REFERENCIAL TEÓRICO

5.1. Termos e definições empregados por diferentes autores

Os ecossistemas de areia branca (EABs) são formações vegetais que se desenvolvem em solos predominantemente formados por areia branca (Adeney *et al.* 2016). Esses ecossistemas ocupam áreas extensas e contínuas no alto curso da bacia do Rio Negro e Roraima (Anderson 1981; Prance 1996; Wittmann & Junk 2016), e no geral são áreas distribuídas em fragmentos ao longo da Bacia Amazônica (Anderson 1981; Vicentini 2004; Frasier *et al.* 2008; Adeney *et al.* 2016; Fine *et al.* 2016), cobrindo aproximadamente 5% da área do domínio (Adeney *et al.* 2016). Devido á sua vasta distribuição, estão sujeitas a diferentes regimes climáticos, que abrange desde o clima equatorial úmido, com altas temperaturas médias (entre 25° e 28°C) e precipitação abundante ao longo de quase todo o ano (≥ 2000 mm), até o clima sazonal caracterizado por períodos de chuvas intensas alternados com períodos de pouca precipitação ao longo de um mesmo ano e temperaturas médias entre 24° e 26°C (Demarchi *et al.* 2024).

Os EABs recebem denominações variadas em países onde essa vegetação ocorre — na Venezuela, são chamados de *bana*, *cunurí*, *muri* e *yevaro*; no Peru são chamados de *varillales*; nas Guianas, de *wallaba* (Takeuchi 1960; Klinge & Herrera 1983; Coomes 1997), e no Brasil, são conhecidas como savanas amazônicas (Prance 1996; Barbosa 2001), caatingas amazônicas, campos da natureza, areial, diferentes termos indígenas como *paru*, *walapai*, *pitohona*, entre outros nomes usados pelos povos Baniwa (Abrão *et al.* 2010), e mais comumente, campinas e campinaranas (Anderson 1981; Carneiro Filho *et al.* 2002; Ferreira *et al.* 2013). A dificuldade em estabelecer uma nomenclatura padronizada para esses ambientes ainda persiste, principalmente entre os termos "campina" e "campinarana", que são frequentemente usados para descrever as variações no porte e na estrutura da vegetação. O termo "campina" é empregado para descrever formações abertas com predominância de plantas arbustivas e herbáceas, enquanto "campinarana" se refere mais comumente à vegetação arbórea (Anderson *et al.* 1975; Silveira 2003; Almeida *et al.* 2022).

Veloso *et al.* (1991) e IBGE (2012) consideram os termos campina e campinarana sinônimos e recomendam o uso de "campinarana", que remete a um ecossistema exclusivo da região Amazônica e que foi empregado pela primeira vez para descrever uma vegetação adaptada a solos arenosos na área do alto rio Negro (Veloso *et al.* 1991; IBGE 2012) além de

ser um termo originário do Brasil, derivado da língua indígena local, com significado de "falso campo" (Anderson *et al.* 1975; Carvalho *et al.* 2022).

Aqui, consideramos o sistema de classificação fisionômico-ecológico proposto por Veloso *et al.* (1991) e IGBE (2012), no qual as campinaranas são subdivididas em quatro fitofisionomias distintas, isto é, campinaranas florestadas, campinaranas arborizadas e campinarana arbustiva e campinaranas gramíneo-lenhosas, com as seguintes definições:

- **Campinarana florestada:** formação de pediplanos tabulares denominados de nanofanerófitos, finos e decíduais. Em sua composição florística predominam espécies do gênero *Clusia* L. (Clusiaceae) e outras espécies tipicamente amazônicas dos gêneros: *Aldina* Endl. (Fabaceae), *Hevea* Aubl. (Euphorbiaceae), *Henriquezia* Spruce ex Benth. (Rubiaceae), *Eperua* Aubl. (Fabaceae) e *Caraipa* Aubl. (Calophyllaceae). Essa fisionomia também é formada por um adensamento de árvores escleromórficas, finas, de troncos retilíneos, cascas soltas e claras, com folhas cloróticas e altura não superior a 20 m.
- **Campinarana arborizada:** constituída por arvoretas, geralmente das mesmas espécies que as campinaranas arbóreas. Ocorrem nos interflúvios tabulares e planícies fluviais, onde predominam acumulações arenosas. Formação não florestada, apresenta-se menos desenvolvida em face das limitações edáficas. Ocorre nos terrenos capeados por espodossolos das depressões fechadas e em geral circulares.
- **Campinarana arbustiva:** caracterizada pela predominância de arbustos cespitosos e ervas, densamente distribuído, eventualmente entremeado por árvores baixas que ocorrem preferencialmente nas áreas das depressões fechadas com espodossolos. Na sua maioria, as espécies são as mesmas da campinarana arborizada, sendo a principal característica diferencial entre elas a altura de seus componentes, que raramente ultrapassam 2 m. Essa redução do porte arbóreo está relacionada ao nível e duração do encharcamento do solo e seu grau de oligotrofismo.
- **Campinarana gramíneo-lenhosa:** surge nas planícies encharcadas, dominada por vegetação herbácea, principalmente das Poaceae e Cyperaceae. Em alguns pontos, ocorre encharcamento do solo no período chuvoso, enquanto, no auge do período

de estiagem, fica bastante árida e seca.

Os estudos conduzidos em diversas campinaranas geraram dados dispersos, tornando a pesquisa mais desafiadora devido à confusão causada pela variedade de termos usados para descrevê-las. Aqui seguiremos a sinonimização dessas nomenclaturas, fazendo uso do termo campinarana, conforme sugerido por Veloso *et al.* (1991) e IBGE (2012), com o objetivo de estabelecer uma padronização e evitar confusões com vegetações diferentes que compartilham nomes semelhantes. Consideramos este sistema de classificação como os mais abrangentes, pois englobam as diversas variações fitofisionômicas encontradas nesses ecossistemas. Esse padrão tem sido amplamente adotado por vários autores (e.g., Mendonça *et al.* 2011; Ferreira *et al.* 2014; Mendonça *et al.* 2015; Brito *et al.* 2017; Schaefer *et al.* 2017; Klein & Piedade 2019; Almeida *et al.* 2022; Abreu 2023) como meio de reunir informações mais coerentes sobre a flora, origem geológica, propriedades do solo, hidrologia, profundidade do lençol freático, regime de incêndios, clima e áreas de ocorrência.

5.2. Teorias e definições da origem das campinaranas

As campinaranas parecem ter origens (Demarchi *et al.* 2022) e histórias diferentes em toda a Amazônia (Adeney *et al.* 2016). Devido aos escassos estudos sobre esses ecossistemas, existem lacunas de conhecimento acerca de sua origem, evolução e dinâmica (Guimarães & Bueno 2016). Algumas teorias são fundamentadas em fatores históricos e condições ecológicas como tentativa de explicar a origem dos solos arenosos e presença de uma fisionomia vegetal comum desses ecossistemas (Andrade Lima 1959; Anderson 1981; Adeney *et al.* 2016). Importante destacar que tais hipóteses não se excluem mutuamente, podendo refletir diferentes mecanismos atuando em distintas áreas da Amazônia, ou até mesmo em combinação, ao longo de diferentes períodos geológicos.

Egler (1960) atribui a origem da areia nessas áreas à decomposição do arenito, enriquecido com detritos orgânicos transportados pela água corrente e depositados nas áreas mais baixas. Isso resulta na formação de solo aluvial arenoso, frequentemente saturado ou úmido, que é predominantemente ocupado por espécies de Xyridaceae, Cyperaceae e Eriocaulaceae, geralmente distribuídas em manchas arbustivas. O autor realizou seus estudos no território brasileiro, especialmente na região amazônica, onde investigou a fitogeografia e a ecologia das formações vegetais. Suas contribuições foram fundamentais para a compreensão da dinâmica ecológica e da composição florística de áreas inundáveis, tendo

destacado a influência dos fatores edáficos e hidrológicos na estrutura da vegetação. Além disso, Egler foi pioneiro ao enfatizar a importância dos solos arenosos e das águas pluviais no desenvolvimento de comunidades vegetais específicas.

Carneiro Filho *et al.* (2002, 2003) explicam que as campinaranas tiveram origem por processos eólicos, sendo formadas mais recentemente durante os períodos mais secos do Quaternário. Nesse período, ventos alísios transportaram sedimentos de campos arenosos abertos originados principalmente pela erosão do Escudo das Guianas, culminando na formação de dunas, atualmente representadas por grandes áreas de paleodunas ao longo da bacia dos rios Negro, Aracá e Demeni, no estado do Amazonas, ao longo dos rios Catrimani, Tacutu e Branco, no estado de Roraima, além de áreas na Colômbia e Venezuela. Os autores realizaram mapeamentos geológicos e análises de sensoriamento remoto para identificar e caracterizar essas formações eólicas na região norte da Amazônia. Suas principais contribuições foram o reconhecimento da ampla extensão das paleodunas amazônicas, a identificação de sua origem associada a fases áridas do Quaternário e a proposta de que essas feições geológicas exercem influência direta na distribuição e na ecologia das formações vegetais atuais, como as campinaranas.

Prance & Schubart (1977) atribuem o surgimento das campinaranas gramíneo-lenhosas a ações humanas. Os autores acreditam que áreas previamente ocupadas por campinaranas florestadas teriam sido derrubadas por intervenção antrópica, levando à formação de áreas com vegetação mais aberta e predominância do estrato herbáceo. Atualmente, essas áreas estão em processo de sucessão, retornando gradualmente ao estado de campinaranas florestadas. Esse processo é lento devido à natureza dos solos arenosos que caracterizam esses ambientes, os quais são nutricionalmente pobres e extremamente secos devido à drenagem excessiva em certos períodos do ano. Os autores basearam suas conclusões em estudos realizados em quatro campinas do baixo Rio Negro — Reserva INPA-SUFRAMA (km 62 da estrada Manaus-Boa Vista), Rio Cuieiras, Ramal da Terra Preta (próximo a Cacau Pirêra) e a campina do Leão (km 18 da mesma estrada). Nessas áreas, encontraram abundante presença de fragmentos cerâmicos e carvão vegetal, com datações que remontam a cerca de 800 d.C., pertencentes à subtradição Guarita. Isso indica ocupação indígena pré-colonial significativa, com derrubada das campinaranas originais.

A teoria do Paleoclima de Ab'Saber (2000) afirma que, no período geológico do Terciário e Quaternário, houve deposições de areias, formando as paisagens mais antigas da

Amazônia, onde predominavam formações abertas. Com a mudança para um clima mais úmido, houve modificações na composição das florestas, e as áreas de campinaranas gramíneo-lenhosas seriam hoje os vestígios da vegetação anterior a essas mudanças. Ab'Saber desenvolveu sua pesquisa a partir de uma abordagem geossistemática, integrando dados geomorfológicos, paleoclimáticos e fitogeográficos para interpretar a história ambiental da Amazônia e de outros domínios morfoclimáticos do Brasil. Atuando em várias regiões da Amazônia brasileira, ele foi pioneiro na definição dos chamados domínios morfoclimáticos, entre eles o domínio amazônico, caracterizado pela interação entre relevo plano, solos frágeis, clima úmido e cobertura florestal densa. Suas contribuições foram fundamentais para o entendimento de como os antigos ciclos climáticos moldaram a paisagem atual da floresta amazônica, influenciaram a distribuição das formações vegetais e condicionaram a diversidade biológica.

Rossetti *et al.* (2012) indicam que a paisagem desses ecossistemas era inicialmente dominada pelas campinaranas florestadas. No entanto, devido à subsidência de blocos causada por processos neotectônicos, houve a formação de um sistema de acumulação sedimentar em megaleque, resultando em depressões ocupadas por lagos rasos. Esses ambientes passaram a ser dominados por campinaranas gramíneo-lenhosas. À medida que os sedimentos preenchiavam progressivamente essas áreas deprimidas, os lagos tornavam-se mais rasos, reduzindo as zonas permanentemente alagadas e permitindo a recolonização pelas campinaranas florestadas. Assim, parte dessas áreas retornaram ao domínio de formações florestadas, enquanto outras permanecem em distintos estágios de sucessão ecológica. O estudo foi realizado na região do interflúvio entre os rios Negro e Branco, no estado do Amazonas, utilizando dados de sensoriamento remoto, análises de campo e mapeamento geomorfológico detalhado. As contribuições de Rossetti *et al.* foram fundamentais para demonstrar que a dinâmica da vegetação campinarana está intimamente ligada não apenas a fatores climáticos e edáficos, mas também a processos geológicos ativos, oferecendo uma abordagem inovadora e integrada para compreender a evolução dessas paisagens amazônicas.

Mendonça *et al.* (2015), aponta a origem fluvial, isto é, teriam sido formados em depósitos de Terraços Holocênicos, antigas planícies de inundação por ocasião do transbordamento dos rios. Esse processo leva a uma fraca deposição de sedimentos minerais, geralmente associada à predominância de campinaranas. A suposta deposição de materiais a partir da sazonalidade natural do rio teria promovido a podzolização e arenização dos solos e,

consequentemente, a lixiviação e o empobrecimento químico (Mendonça 2011; Mendonça *et al.* 2015). O estudo foi realizado principalmente na bacia do rio Negro, em áreas de campinaranas no estado do Amazonas, utilizando dados pedológicos, mapeamento geomorfológico, análises de sensoriamento remoto e histórico geológico da região. As contribuições dos autores são significativas, pois propõem uma origem hidrogeomorfológica para as campinaranas, ressaltando a importância das inundações fluviais passadas na formação de solos arenosos e ácidos. Essa abordagem amplia a compreensão dos fatores que condicionam a distribuição e a dinâmica desses ecossistemas, reforçando a relevância dos processos fluviais, além dos fatores climáticos e tectônicos, na formação das paisagens amazônicas abertas.

O solo das campinaranas pode ter surgido por processos comuns como o intemperismo, deposição aluvial ou podzolização (Anderson 1981; Capurcho *et al.* 2020), além de fatores como a saturação prolongada do solo, a intensa drenagem e a influência de superfícies adjacentes compostas por rochas, nas quais ocorre a lixiviação da fração argilosa, resultando na predominância de areia (Adeney *et al.* 2016). Esses processos resultam em características edáficas peculiares, como o baixo nível de nutrientes (principalmente P e K), a alternância entre saturação e déficit hídrico, sendo provável que a comunidade vegetal das campinaranas acompanhe a evolução do solo arenoso ao longo da bacia, pois durante esses processos a vegetação também pode ter se estabelecido em diferentes épocas e sob variadas condições (Guimarães & Bueno 2016).

5.3. Características edáficas e fitofisionômicas das campinaranas

As campinaranas são formações vegetacionais que apresentam ampla variação fitofisionômica (Figura 2) (IBGE 2012; Campos 2017; ICMBio 2017) e diferentes composições florísticas (Pitman *et al.* 2001; Coronado *et al.* 2009; Ferreira 2009; Braga *et al.* 2011; Junk *et al.* 2011; Stropp *et al.* 2011; IBAMA 2012; ICMBio 2017). Dependendo da fisionomia, as temperaturas podem atingir até 48°C durante o dia, caindo para cerca de 25°C à noite, o que resulta em uma amplitude térmica superior a 20°C em um único dia. Esse padrão climático difere significativamente da maioria dos outros ecossistemas da Amazônia (Demarchi *et al.* 2024), o que contribui para uma grande diversidade de habitats e preferências das espécies.

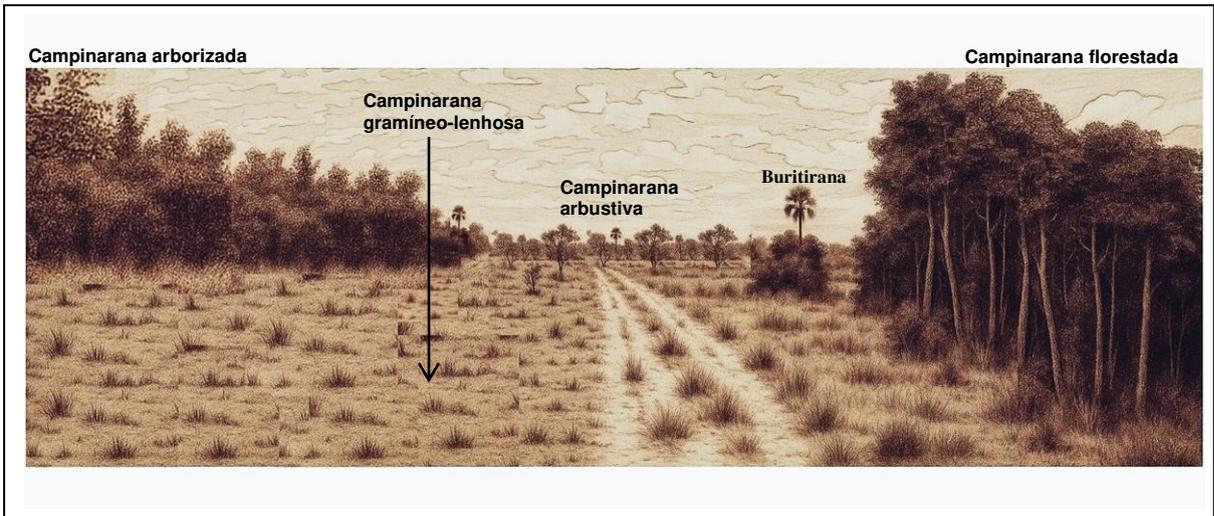


Figura 2: Esquema das variações fitofisionômicas e dos perfis de solos das Campinaranas: campinarana florestada; campinarana arborizada; campinarana arbustiva; campinarana gramíneo-lenhosa. Elaborado pela autora (2025).

A campinarana florestada é encontrada em terrenos com colinas de inclinação suave e planícies elevadas de composição arenosa, formado principalmente por espodossolo, com maiores concentrações de matéria orgânica, diferentes condições de drenagem do solo (Anderson *et al.* 1975; Oliveira 2001; Ferreira 2009; Stropp *et al.* 2011; Sousa *et al.* 2017; Costa *et al.* 2023; Schaefer 2023), e escassez de nutrientes (Oliveira 2001; Fine *et al.* 2004; Vicentini 2004; Adeney *et al.* 2016; Fine & Bruna 2016). Esses fatores ambientais fazem com que as árvores disponibilizem mais recursos na defesa contra herbívoros e menos para o seu crescimento (Fine *et al.* 2004), resultando em áreas de dossel quase contínuo ou vezes mais aberto, com estatura que variam de 15 a 30 metros, dependendo dos locais onde a campinarana florestada ocorra (Anderson 1981; Ferreira 2009; Stropp *et al.* 2011; Mendonça 2011, 2015; Sousa *et al.* 2017; Schaefer 2023; Costa *et al.* 2023). As árvores se caracterizam pelos caules eretos, pouco ou nada tortuosos com folhas geralmente rígidas, além de apresentar elevados níveis de compostos tóxicos, favorecendo o domínio das espécies no ambiente (Oliveira 2001). A riqueza de espécies nessa fitofisionomia é menor quando comparadas às áreas de florestas ombrófilas densa (Anderson *et al.* 1975; Stropp *et al.* 2011), a vegetação é de ampla distribuição entre o domínio, com ocorrência de poucas espécies restritas (Anderson 1981; Adeney *et al.* 2016).

A campinarana arborizada ocorre em interflúvios tabulares e planícies fluviais, em

áreas onde predominam espodossolos, característicos de depressões fechadas com acúmulos de areia (IBGE 2012). A vegetação nesse tipo de ambiente apresenta desenvolvimento inferior ao da campinarana florestada, devido às limitações impostas pelas características edáficas (IBGE 2012). No geral, são fragmentos circulares de formação constituída por adensamentos de muitas arvoretas de tamanho uniforme, formando um varetal, caracterizadas pela escleromorfia, folhas cloróticas, troncos retilíneos, cascas soltas e claras (IBAMA 2002). Nessas formações as comunidades da vegetação são geralmente das mesmas espécies que ocorrem nas campinaranas florestadas (IBAMA 2002; IBGE 2012).

A campinarana arbustiva é caracterizada por áreas de vegetação de porte arbustivo com estatura menor do que 3 metros (IBAMA 2002; IBGE 2012; Mendonça 2015), ocorrendo em locais onde há depressões no relevo. O substrato pode ser composto por neossolo quartzarênico e espodossolo humilúvico, o que permite a presença de árvores e/ou manchas de vegetação herbácea, porém com estrato é dominado pelo componente arbustivo (Mendonça 2011; Grande *et al.* 2023). Em áreas com maior predomínio dos espodossolos, a concentrações de matéria orgânica é maior, facilitando o processo de incorporar biomassa vegetal do solo e promovendo o maior desenvolvimento do componente arbustivo. Nas áreas compostas principalmente por neossolo quartzarênico, os arbustos encontram-se de forma isoladas com estrutura mais raquítica conforme o grau de oligotrofismo (IBAMA 2002; Braga *et al.* 2011; Mendonça 2011).

As campinaranas gramíneo-lenhosas caracterizam-se por serem áreas pouco extensas, de baixa declividade, podendo ocorrer ou não nas proximidades de rios. Desenvolvem-se sobre solos arenosos, bastante drenáveis, apresentam uma superfície soterrada e densamente coberta de vegetação escleromórfica, como efeito adaptativo da vegetação em neossolos quartzarênicos, deficientes em nutrientes (Lisbôa 1975; Braga *et al.* 2011; Mendonça 2011, 2015, ICMBIO 2017). A superfície do solo é formada por uma rede macia de raízes finas, abaixo desse estrato existe um solo arenoso com 15-20 centímetros de espessura, de caráter húmico com coloração preta, abaixo dessa camada de areia, conforme aumenta a profundidade também aumenta umidade, indicando que o lençol freático é mais superficial (Sousa *et al.* 2017).

Nessa fitofisionomia as variações sazonais são mais intensas. Em alguns pontos, no período prolongado de inundação sazonal dos solos, o solo da campinarana gramíneo-lenhosa fica completamente encharcado (ICMBio 2014; Mendonça 2015), sendo comuns espécies de

Eriocaulaceae e plantas dos gêneros *Drosera* Salisb. (Droseraceae) e *Utricularia* L. (Lentibulariaceae) (Heyligers 1963; ICMBio 2014). Enquanto no período de estiagem as áreas ficam completamente secas, podendo apresentar pontos no solo completamente exposto, favorecendo maiores número de espécies das famílias Poaceae e Cyperaceae, em razão de estratégias adaptativas às condições do ambiente, como o ciclo fotossintético C4, que confere maior resistência às condições seca e maior produtividade por preferirem luminosidades mais intensas (Freitas *et al.* 2018).

Distribuído nesses gradientes fitofisionômicos das campinaranas, é comum encontrar plantas da família Arecaceae como parte da vegetação característica desses ambientes, representada principalmente pela ocorrência de *Mauritiella* spp. (buritirana), uma palmeira emergente associada a planícies aluviais arenosas (Schaefer 2023), sua distribuição é influenciada pelas condições do gradiente vegetacional, podendo ser encontradas formando grupos densos em áreas florestadas ou de forma isoladas em áreas mais abertas (Silveira 2003).

5.4. Ameaças às campinaranas

As campinaranas estão entre os ecossistemas amazônicos mais frágeis e vulneráveis às mudanças antropogênicas (Silveira 2003; Fine & Bruna 2016). Devido à sua distribuição irregular em encaves de diferentes tamanhos e graus de isolamento, é atualmente um dos tipos de vegetação mais ameaçados pela perda de habitats, principalmente pela extração ilegal de areia usada na construção civil (Ferreira *et al.* 2013), e extração de madeira (Demarchi *et al.* 2019; Costa *et al.* 2023). O solo desses ecossistemas é nutricionalmente pobre e mal drenado caracterizando um local inadequado para a agricultura (Adeney 2009). Apesar disso, em alguns pontos, é possível encontrar monocultura do dendê (Ferreira *et al.* 2013) e roçados de mandioca (Brito *et al.* 2017). Essas áreas, quando abandonadas, favorecem a colonização por espécies exóticas que impedem a sucessão da vegetação natural (Stropp *et al.* 2011; Brito *et al.* 2017).

As mudanças climáticas também representam uma ameaça significativa ao domínio amazônico, resultando em um aumento na ocorrência de incêndios na região, o que coloca em risco a perda dos habitats mais vulneráveis como as campinaranas (Fonseca *et al.* 2017). Especificamente, as campinaranas gramíneo-lenhosas são mais afetadas devido ao predomínio do estrato herbáceo e à presença de uma biomassa composta majoritariamente por raízes

finas. Durante os períodos de seca, essas condições tornam essa vegetação vulnerável devido à escassez de água, tornando-a altamente inflamável e suscetível a incêndios (Prance & Schubart 1977; Barbosa & Ferreira 2004). Os impactos causados nesses ecossistemas de areia branca são desconhecidos, assim como a recuperação destes ambientes, havendo uma necessidade urgente de estudos para avaliar as influências a longo prazo na cobertura vegetal, bem como o potencial para extinções locais (Adeney 2009).

6. MATERIAL E MÉTODOS

6.1. Áreas de estudos

As áreas de estudos estão localizadas nos municípios de Carutapera e Boa Vista do Gurupi, Maranhão, os quais somam 1.594,155 km² de área, o que corresponde a 1,16% da área de Amazônia Legal do estado do Maranhão. A região é categorizada como superfícies Aplainadas do noroeste do Maranhão, que apresentam domínio geomorfológico de extensa área rebaixada entre o Golfão Maranhense e a divisa do estado do Pará. A região é delimitada, a norte, pelas planícies flúvio-marinhas das Reentrâncias Maranhenses; a leste, pelo Golfão e Baixada Maranhenses; e a sul, pelo fronte entalhado do Planalto Dissecado Gurupi-Grajaú (Zee 2019). A região apresenta volume pluviométrico anual superior a 2.000 milímetros, com clima úmido e temperatura média anual de 27,3°C. Nessa região, foram selecionadas três áreas de aproximadamente 4 km², com foco na fitofisionomia de campinarana gramíneo-lenhosa, com predominância de vegetação herbácea. A **área 1** (1°39'17"S 45°44'23"W) e **área 2** (1°32'06"S 46°06'40"W) pertencem ao município de Carutapera, enquanto a **área 3** (1°40'37"S 46°08'45"W) pertence ao município de Boa Vista do Gurupi (Figura 3).

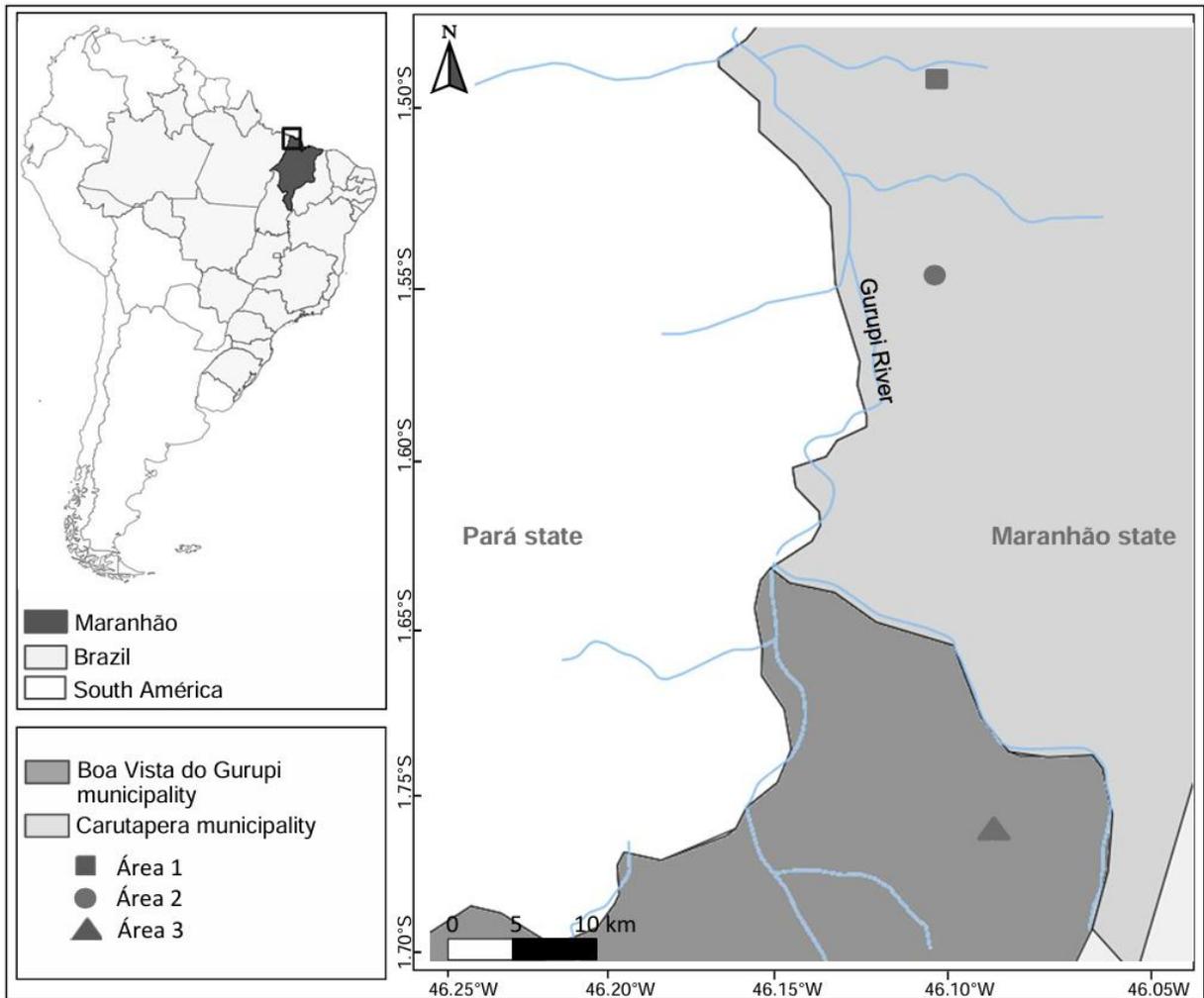


Figura 3: Localização das áreas de estudo nos municípios de Carutapera e Boa Vista do Gurupi. Elaborado pela autora (2024).

6.2. Expedições de campo e amostragem florística

A coleta de material vegetal foi realizada ao longo de quatro expedições de campo, abrangendo todas as áreas de estudo. Cada expedição teve duração de cinco dias e contou com a participação de quatro a cinco coletores. As saídas de campo ocorreram entre os anos de 2023 e 2024, especificamente nos meses de março/2023, outubro/2023, maio/2024 e julho/2024, de forma a contemplar diferentes fases do ciclo hidrológico local: início das chuvas, ápice da cheia, fim das chuvas e período de seca intensa. Dessa forma, o esforço amostral abrangeu todo o período fenológico das espécies da região. A amostragem seguiu o método de caminhamento livre, amplamente utilizado em levantamentos florísticos (Filgueiras *et al.* 1994).

Foram coletadas amostras de todos os espécimes férteis (com flor e/ou fruto), os quais foram fotografados, georreferenciados e herborizados seguindo métodos usuais listados em

Mori *et al.* (2011). As identificações foram feitas com uso de chaves de identificação, consulta a outras listas florísticas de áreas amazônicas de areia branca (Ferreira 2009; Ferreira 2013; Farroñay 2019; Dermarchi *et al.* 2022), comparação com exsicatas disponíveis nos 16 acervos dos herbários da Universidade Estadual do Maranhão (SLUI), da Universidade Federal do Maranhão (MAR) e do Museu Paraense Emílio Goeldi (MG), além de consulta a especialistas através do envio de duplicatas. Após identificadas, as amostras foram depositadas no herbário SLUI e as duplicatas foram enviadas para os herbários MAR, MG e do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB).

6.3. Avaliação o grau de conservação de áreas de campinarana do Maranhão

A avaliação do grau de conservação das áreas foi determinada por meio de shapfiles com dados do incremento anual no desmatamento e máscara de área acumulada de supressão da vegetação nativa fornecida pelo TerraClass (TerraClass 2024), desenvolvida em parceria entre o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). O TerraClass é responsável por qualificar bianualmente o desmatamento dos domínios da Amazônia e Cerrado e, com isso, fornece subsídios importantes para o melhor entendimento das formas de uso e cobertura da terra. Esses dados foram implementados na construção de um mapa no programa R (R Core Team 2024), com uso dos pacotes ggplot2 (Wickham 2016), terra (Hijmans 2024), rnatuarearth (Massicotte & South 2023), rnatuarearthdata (South *et al.* 2024), sf (Pebesma 2018; Pebesma & Bivand 2023) e dplyr (Wickham 2023). Esse mapa fornece informações de uso e cobertura do solo no domínio Amazônico desde 2020, para pastagem, cultura agrícola desflorestamento, área urbanizadas etc, conforme o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) através do Programa de Monitoramento da Amazônia Brasileira por Satélites - PRODES (TerraClass 2024).

Essa avaliação foi complementada com base em observações periódicas das expedições de campo entre os anos de 2023 e 2024, onde foram observadas e fotografadas durante todo o desenvolvimento do projeto.

6.4. Amostragem e análise física e química do solo

Em cada área foram coletadas quatro amostras de solo. Cada uma dessas amostras foi composta por três subamostras retiradas da camada superficial do solo (0–20 cm de profundidade), que foram posteriormente homogeneizadas para formar uma única amostra

simples. Considerando que as áreas de estudo apresentavam transições frequentes com vegetação arbórea e/ou arbustiva, duas amostras foram coletadas próximas a esses pontos de transição (cerca de 1 metro da borda) e outras duas foram obtidas em locais mais afastados (entre 10 e 25 metros da borda da vegetação). As amostras foram armazenadas em sacos plásticos limpos e etiquetadas, com a identificação da área de coleta e o número correspondente a cada amostra.

As análises foram realizadas no laboratório de Física e Química de solos, situado no campus Paulo VI da Universidade Estadual do Maranhão-UEMA, em São Luís, Maranhão. O processo de análise física (granulométrica dos solos: areia grossa, areia fina, silte e argila) e química foi realizado seguindo os procedimentos descritos em Embrapa (1997). Os valores de SB (fertilidade do solo) e CTC (capacidade de troca catiônica) foram calculados e analisados seguindo os parâmetros de Embrapa (2010).

Para verificar possíveis relações positivas e negativas entre as variáveis ambientais e ordenar as amostras de cada área e as variáveis ambientais em um gráfico biplot², que permite melhor visualização das relações positivas e negativas entre as amostras e variáveis ambientais, os dados das análises físico-química dos solos foram representados em uma PCA. Os valores das variáveis (Física: Areia grossa, Areia fina, Silte e Argila) (Química: M.O, pH, P, K, Ca, Mg, H+Al, Na, Al, H, C, SB e CTC) foram normalizados utilizando o software R Core Team (2024), usando os pacotes dplyr (Wickham 2023), factoextra (Kassambara & Mundt 2020) e ggplot2 (Wickham 2016), a fim de evitar que variáveis em unidades diferentes apresentem pesos distintos na análise.

6.5. Análise de similaridade florística entre campinaranas gramíneo-lenhosas do Maranhão e outros EABs.

Para verificar a similaridade florística entre as três áreas estudadas (descritas no tópico 6.1), e dessas com outros ecossistemas de areia branca (campinaranas e restingas), fizemos uma cuidadosa busca e seleção de dados. Em razão da dificuldade em encontrar trabalhos realizados apenas com a flora de campinaranas gramíneo-lenhosas de outros estados brasileiros, usamos dados de Ferreira *et al.* (2009) e Demarchi (2022), onde selecionamos apenas as espécies coletadas em áreas descritas como fisionomia — OSC = campinarana arbustiva aberta¹ e os complementamos com a flora herbácea presente no guia ilustrado no estado do Amazonas (Demarchi 2022). Ainda, fizemos comparações com áreas de restingas amazônicas do Maranhão (Guterres *et al.* 2020) e Pará (Silva *et al.* 2010).

O gráfico de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) foi construído utilizando o software R Core Team (2024) com os pacotes Vegan (Oksanen *et al.* 2022) e Readxl (Wickham & Bryan 2023). Primeiramente, foi criada uma matriz binária, na qual os valores 1 indicam a presença de espécies e 0 indicam a ausência das espécies entre os locais 18 comparados. Em seguida, aplicou-se o índice de Jaccard sobre essa matriz de espécies para calcular as similaridades entre os diferentes locais.

6.4 Distribuição das espécies de campinarana gramíneo-lenhosa do Maranhão

As informações sobre a ocorrência das espécies foram obtidas a partir de fontes como a Flora e Funga do Brasil (2024) e a rede integrada de herbários SpeciesLink (2024). Para as espécies fora do Brasil, a distribuição foi estimada com base em dados do Tropicos.org (2024), Plants of the World (2024) e o Global Biodiversity Information Facility (2024). Seguindo a metodologia estabelecida por Demarchi *et al.* (2022), as espécies foram classificadas em: Neotropical (neo) = espécies distribuídas nas regiões tropicais e/ou subtropicais regiões das Américas; América do Sul (sam) = espécies distribuídas em áreas tropicais e/ou regiões subtropicais da América do Sul; Bacia Amazônica (amz) = espécies com ocorrência restrita para a bacia amazônica; Amazônia Brasileira (bam) = espécie com ocorrência restrita ao Bacia Amazônica Brasileira.

Para quantificar o nível de endemismo da vegetação nas campinaranas gramíneo-lenhosas do estado do Maranhão, as espécies foram classificadas em três categorias, conforme a proposta de García-Villacorta *et al.* (2016): Especialistas em areia branca (ws): Espécies que ocorrem exclusivamente nesse ecossistema. Especialistas em Habitats Oligotróficos (olg): Espécies que ocorrem tanto em campinaranas quanto em outros ambientes oligotróficos, como igapós, turfeiras e restingas. Generalistas (gen): Espécies que ocorrem em campinaranas, em habitats oligotróficos e em outros ambientes com maior disponibilidade de nutrientes, como florestas de terra firme, florestas de várzea e florestas sazonalmente secas. Consultamos a Flora e Funga do Brasil (2024), a rede integrada de herbários SpeciesLink (2024) e estudos de Demarchi *et al.* (2022) e Farroñay (2019) para complementar a análise.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 Caracterização da fitofisionomia das áreas de estudos

As áreas de campinaranas gramíneo-lenhosas do noroeste do Maranhão estão distribuídas em manchas isoladas e separadas por uma vegetação arbórea (Figura 4). Por meio de imagens de satélite estimamos que essas áreas juntas cobrem aproximadamente 100 km² nos municípios de Carutapera e Boa Vista do Gurupi, um valor subestimado considerando que a Amazônia se estende por 34% do território maranhense (Zee 2019), podendo haver áreas distribuídas em outros municípios do estado, como destacado por Oliveira-Filho *et al.* (2020).



Figura 4: Imagens mostrando visão geral das áreas de estudos – Área 01 (1°39'17"S 45°44'23"W) e Área 02 (1°32'06"S 46°06'40"W), município de Carutapera; Área 03 (1°40'37"S 46°08'45"W) município de Boa Vista do Gurupi. Fonte: Google Earth (2024).

As campinaranas apresentam transições variadas para diferentes fitofisionomias de campinaranas. Em algumas áreas, ocorrem transições com a vegetação florestada e arborizada que se intercala com fragmentos de vegetação arbustiva. A vegetação arborizada apresenta um caule fino ($DAP \geq 5$ cm), reto e de casca esbranquiçada (Figura 5B). Ao longo da sua distribuição, a vegetação vai tornando-se menos densa formada por arvoretas e/ou arbustos espaçados até o encontro com a vegetação estritamente herbácea (Figura 7E). Nessa transição, surgem poucas arvoretas raquíticas e isoladas (e.g. *Homalolepis trichilioides* (A.St.-Hil.) Devecchi & Pirani (Simaroubaceae); *Clusia grandiflora* Splitg.; *C. sellowiana* Schldl. (Clusiaceae); *Mouriri dumetosa* Cogn. (Melastomataceae), com a formação de touceras de *Encyclia granitica* (Lindl.) Schltr. (Orchidaceae) (Figura 5C). O solo apresenta uma cobertura

de areia, cuja coloração varia de cinza-claro a tons mais escuros, como cinza-escuro, amarronzado e, em algumas áreas, tons enegrecidos, dependendo da composição orgânica e da umidade presente no local (Figura 7C).

As áreas formadas por vegetação arbustiva possuem composição bastante uniforme, composta por espécies como *Clusia fockeana* Miq., *C. grandiflora* Splitg., *Clusia sellowiana* Schlttdl. (Clusiaceae), *Humiria balsamifera* (Aubl.) A. St.-Hil. (Humiriaceae), *Byrsonima* sp.1 (Malpighiaceae), *Pagamea guianensis* Aubl. e *Retiniphyllum schomburgkii* (Benth.) Müll.Arg. (Rubiaceae). À medida que se aproxima da vegetação herbácea, os arbustos tornam-se mais raquíticos e prostrados, cedendo espaço para espécies herbáceas (e.g. Cyperaceae; Poaceae, Ochnaceae, Eriocaulaceae), onde é comum encontrar trechos de solo exposto, geralmente causados pelo escoamento de água durante o período de alagamento. Nesses locais o solo é predominantemente arenoso e de coloração branca, com o lençol freático mais superficial, emergindo a poucos centímetros de profundidade do solo (Figura 7D), especialmente no período chuvoso. Esse encharcamento favorece a formação de pequenos córregos temporários, nos quais há espécies palustres e aquáticas (*Drosera cayennensis* Sagot ex Diels (Droseraceae); *Abolboda egléri* L.B.Sm. & Downs, *Abolboda americana* (Aubl.) Lanj. (Xyridaceae); *Utricularia* L. (Lentibulariaceae.) se destacam e dominam o ambiente. Também é comum a ocorrência, ao longo de todo o ecossistema, exuberantes touceiras isoladas de *Mauritiella armata* (Arecaceae) (Figura 5D), como parte da vegetação característica.



Figura 5: Aspectos gerais da vegetação que compõem as campinaranas do Maranhão, em (A) aspecto geral das fisionomias arbustivas e o solo, em (B) áreas de vegetação aborizada (C) aglomerado de *Encyclia granitica* e em (D) Palmeiras (*Mauritiella armata*). Autores, (2024).

A campinarana gramíneo-lenhosa do Maranhão é rodeada por uma vegetação arbórea, uma formação com aspecto fisionômico mais elevado (Figura 6), essa configuração evidencia a presença de um gradiente ecológico entre ambientes abertos e fechados. Observamos que a composição de espécies é determinada em função da drenagem do solo e dos ciclos sazonais (Figura 6; Figura 7E), durante período chuvoso as ervas mais expressivas que compõem o substrato pertencem as famílias Lentibulariaceae, Polygalaceae, Orchidaceae, Eriocaulaceae, Bromeliaceae e Xyridaceae, enquanto as familia Cyperaceae e Poaceae foram amostradas em diferentes estações do ano e com abundância no ambiente, devido suas adaptações em qualquer ambiente, principalmente as espécies com ampla distribuição. Além da morfologia, onde a maioria são perenes com rizomas longos e persistentes, elas são plantas com maior resistência às condições seca em razão do ciclo fotossintético C4 (Freitas *et al.* 2018).

Dentre as áreas onde ocorrem pequenas ilhas de vegetação arbustiva, as famílias com maior número de representantes são Melastomataceae e Rubiaceae (Tabela 3). Já Humiriaceae, Clusiaceae, Malpighiaceae e Myrtaceae (Tabela 3) são representadas por poucas espécies, mas com grande frequência no ambiente. Entre essas famílias, destacam-se espécies que se apresentam em forma de arvoreta ou arbusto prostado, variando de poucos centímetros até cerca de dois metros de altura, dependendo da composição do substrato. No geral a distribuição da vegetação ao longo dessas áreas possui baixa diversidade.



Figura 6: Aspecto geral das áreas de vegetação herbácea, dos solos e fitofisionomias do seu entorno no período de estiagem. (área 2 Carutapera). Autores (2024).

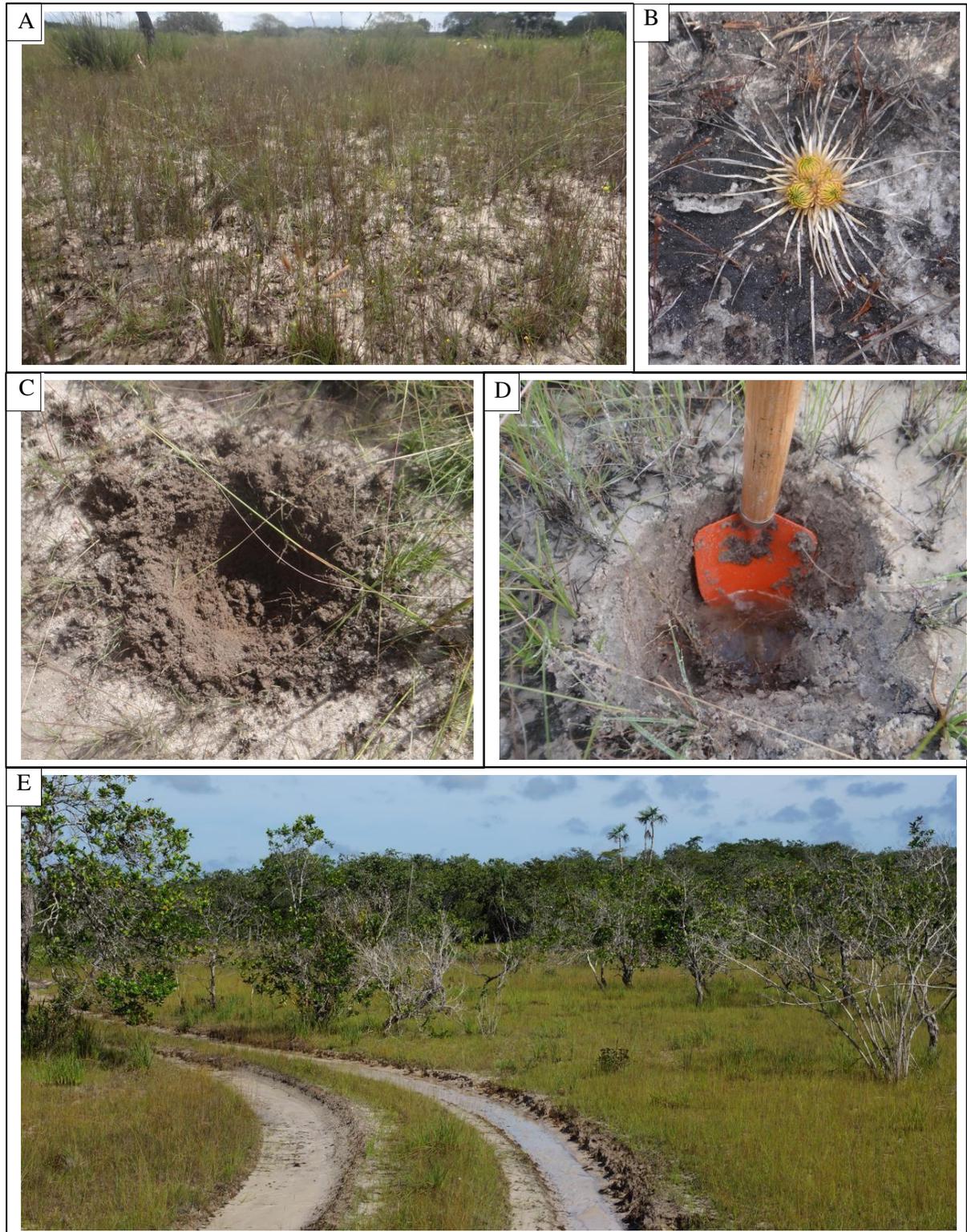


Figura 7: Em (A) solo úmido destacando a dominância de Lentibulariaceae e Cyperaceae (área 1 Carutapera), em (B) raízes superficiais (área 3 Boa Vista do Gurupi), (C) solo de transição com vegetação arborizada (área 2 Carutapera), (D) solo da campinarana gramíneo-lenhosa destacando o lençol freático (área 2 Carutapera), (E) vegetação herbácea, esparsas arvoretas/arbustos e vegetação circundante no período chuvoso (área 2 Carutapera). Autores (2024).

7.2. Caracterização do solo das campinaranas gramíneo-lenhosa do Maranhão

As áreas de estudo apresentam como perfis de solos os espodosolos e neossolos quartzarênicos (Embrapa 2006), na qual variam por pontos de amostragens em solos arenosos, franco-arenosos e franco-siltosos, com maiores concentrações de areia fina e alguns pontos com maior concentração de silte, mas todas as amostram apresentam baixa concentração de argila. Os neossolos são ainda mais pobres que os espodosolos e, normalmente, são solos alagados na maior parte do ano e sofrem secas severas de poucas semanas a meses, quando há o rebaixamento do nível do lençol freático (Mendonça *et al.* 2015). Essas áreas de solo arenoso são relativamente mais pobres em nutrientes, o que reflete em um gradiente de variação da composição florística, quando comparado a habitats de solos argilosos, que apresentam maiores concentrações de nutrientes (especialmente cátions de bases trocáveis) (Tuomisto *et al.* 2016).

Ao analisar as amostras de forma independente os pontos próximos à transição com a vegetação arborizada apresentaram valores médios de areia por áreas: 41.5% para área 1; 46% para área 2; 43.5% para área 3 (Tabela 2) enquanto em pontos mais distante desse contato a concentração de areia é bem maior, sendo os seguintes valores médio de areia por áreas: 88% para área 1; 94% para área 2; 87,5% para área 3 (Tabela 1). São caracterizados como solos muito arenosos, com variação na concentração de material orgânico, e quimicamente, são pobres e ácidos. As variáveis relacionadas com a maior capacidade de explicar as características ambientais das áreas estudadas foram — Silte, areia fina, MO, pH, H e Al (Tabela 1 e 2) na qual varia entre pontos de amostragem dentro da fitofisionomia. As amostras tendem a apresentar maior proximidade de acordo com a fitofisionomia. As amostras coletadas próximas a áreas de transição de campinaranas gramíneo-lenhosa com vegetação arborizada são classificadas granulométricamente como franco-siltoso, e nota-se uma maior proximidade entre eles, em razão da variação entre os maiores valores da matéria orgânica, H, Al e pH mais ácido (Figura 8). Já as amostras do centro de campinarana gramíneo-lenhosas são classificadas granulométricamente como arenosas, e se observa maiores proximidades devido à variação entre os menores valores da matéria orgânica e baixa variação entre os componentes de K, P, Mg e Na (Figura 8).

O vetor do teor de matéria orgânica e carbono teve comportamento similar ao vetor da CTC e do H, sendo que esta última ficou sobreposta (Figura 8). A forte relação entre a CTC e o H se deve à ocupação quase total das cargas negativas da matéria orgânica por H no solo. A

toxicidade de H^+ é alta em campinaranas (Luizão *et al.* 2007), e prejudica o desenvolvimento das plantas, dificultando a absorção de nutrientes essenciais como fósforo, cálcio, magnésio, potássio e molibdênio (Velooso *et al.* 2020). Enquanto a MO presente nas amostras são provenientes da decomposição de indivíduos herbáceos mortos durante a troca de sazonalidade, e pela serrapilheira da vegetação arbustiva e arbórea que circunda ou intercalam as áreas. A matéria orgânica é um componente essencial para a capacidade de troca catiônica (CTC) do solo, que é responsável pela retenção de nutrientes essenciais para as plantas. Sua presença contribui significativamente para a melhoria da CTC e para a manutenção dessa capacidade (Cunha *et al.* 2015). No entanto, estudos de Guimarães *et al.* (2018), Oliveira (2011) e Embrapa (2010) indicam que, embora os horizontes do solo com maior teor de matéria orgânica apresentem uma CTC mais alta, essa capacidade de troca é frequentemente dominada por cátions como H^+ e Al^{3+} , que não são ideais para o crescimento das plantas devido à sua acidez.

Enquanto as frações mais finas do solo possuem maior carga superficial, o que resulta em uma maior capacidade de retenção de cátions trocáveis, água e adsorção de fósforo. Em contrapartida, nas partículas maiores dos solos arenosos, esses processos ocorrem de maneira menos eficiente. Isso impacta negativamente a capacidade do solo para a agricultura, pois reduz a retenção de água e nutrientes essenciais para o crescimento das plantas (Freire *et al.* 2013). Em solos ricos em areia, como os neossolos quartzarênicos, observa-se maior capacidade de drenagem, porém com menor capacidade de armazenamento de nutrientes, além de baixos teores de matéria orgânica e uma estrutura do tipo grão simples (Freire *et al.* 2013).

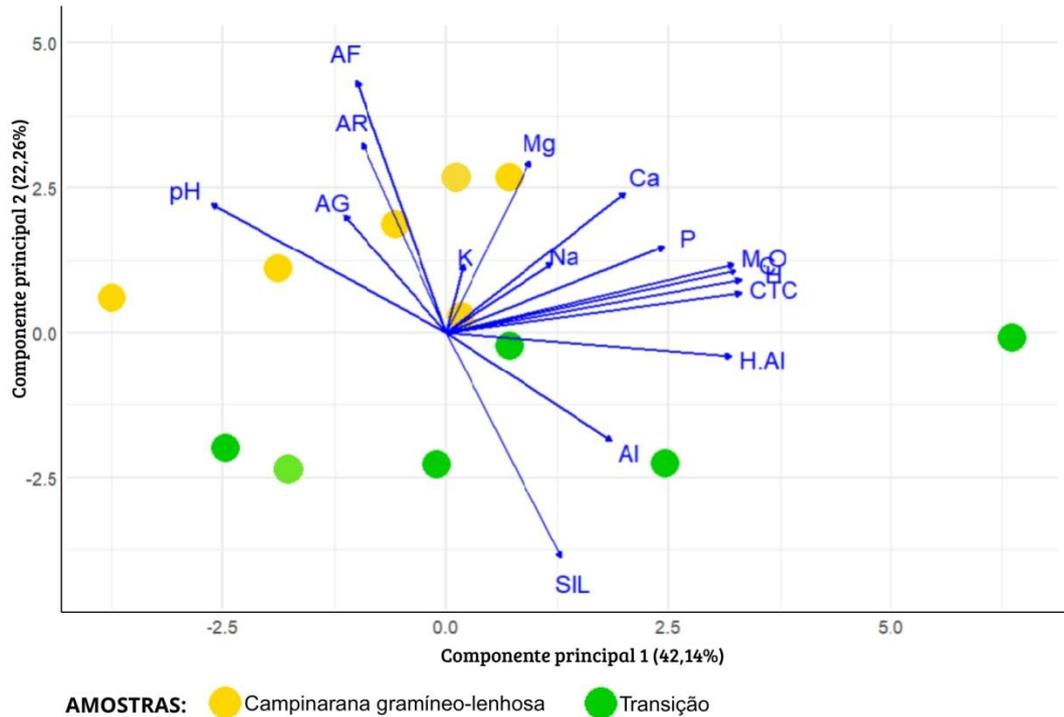


Figura 8: Análise de Componentes Principais (PCA) dos solos das campinaranas gramíneo-lenhosa e em áreas de transição com vegetação arbórea, destacando a variação entre os diferentes pontos de amostragem de solo, com base nas características químicas e físicas analisadas. Elaborado pela autora (2025).

Variáveis do solo	Área 1	Área 2	Área 3	Demarchi <i>et al.</i> 2018	Targhetta <i>et al.</i> 2015
Variáv. gran%	Campinarana gramíneo-lenhosa	Campinarana gramíneo-lenhosa	campinarana gramíneo-lenhosa		
Areia grossa	33 ± 1.41	48.5 ± 7.8	31 ± 8.5	-	-
Areia fina	55 ± 4.24	45.5 ± 7.8	56.5 ± 7.8	-	-
Areia total	88 ± 4.47	94 ± 11.04	87.5 ± 11.53	95.79 ± 1.01	93.40 ± 1.50
Silte	5 ± 0	2 ± 0	4.5 ± 0.7	2.23 ± 1.00	4.80 ± 0.80
Argila	7 ± 1.41	4 ± 0	8 ± 0	1.96 ± 0.62	1.80 ± 1
Variáveis química					
M.O (g/dm ³)	12 ± 1	8 ± 2	7.5 ± 2.5	14.43 ± 3.93	-
pH(CaCl ₂)	4.05 ± 0.05	3.9 ± 0.05	4.5 ± 0.05	4.26 ± 0.09	4.27 ± 0.32
P (mg/dm ³)	3 ± 0	1.5 ± 0.5	1 ± 0	2.33 ± 0.54	4.70 ± 1.80
K (mol/dm ³)	2.5 ± 0.05	3.1 ± 0.1	2.7 ± 0.1	14.33 ± 3.99	13.30 ± 3.50
Ca (mol/dm ³)	4.5 ± 1.5	3 ± 0	3 ± 0	0.047 ± 0.019	0.03 ± 0.01
Mg (mol/dm ³)	7 ± 1	6 ± 1	5.5 ± 1.5	0.103 ± 0.040	0.06 ± 0.01
H+Al (mol/dm ³)	17 ± 1	16.5 ± 4.5	14.5 ± 4.5	3.95 ± 0.92	-
Na (mol/dm ³)	4.15 ± 0.2	4.0 ± 0.2	3.55 ± 0.45	5.22 ± 2.25	-

Al (mol/dm ³)	0 ± 0	4 ± 2	2 ± 2	0.70±0.15	0.80 ± 0.20
H (mol/dm ³)	17 ± 1	13 ± 2	12.5 ± 2.5	-	-
C (g/dm ³)	6.8 ± 0.5	4.55 ± 1.15	4.2 ± 1.4	8.43±2.29	1.20 ± 0.20
SB	11.6 ± 0	9.12 ± 0.9	8.6 ± 1.5	0.21±0.06	0.15 ± 0.02
CTC	28.6 ± 0	25.6 ± 3.5	23.1 ± 5.99	4.16±0.97	-

Tabela 1. Caracterização física e química do solo em áreas de campinaranas gramíneo-lenhosas no Maranhão, obtidos a partir de amostras coletadas em pontos inseridos na matriz herbácea de três áreas de areia branca: Área 1 e Área 2, localizadas em Carutapera, e Área 3, em Boa Vista do Gurupi, Maranhão (Brasil). Para fins comparativos, também são apresentados dados de Demarchi *et al.* (2018) e Targhetta *et al.* (2015), referente a áreas de campinaranas no estado do Amazonas. Apresentam-se os valores médios ± desvio padrão para os parâmetros do solo das áreas.

Variáveis do solo	Área 1	Área 2	Área 3
Variáv. gran%	Transição campinarana	Transição campinarana	Transição campinarana
Areia grossa	8.5 ± 0.71	26.5 ± 0.7	13.5 ± 3.5
Areia fina	33 ± 3.41	19.5 ± 0.7	30 ± 1.41
Areia total	41.5 ± 3.48	46 ± 0.99	43.5 ± 3.77
Silte	53.5 ± 3.54	50 ± 0	52.5 ± 2.12
Argila	5 ± 1	4 ± 0	4 ± 0
Variáveis química			
M.O (g/dm ³)	15.5 ± 7.8	9.5 ± 0.5	6 ± 0
pH(CaCl ₂)	3,7 ± 0.4	3.7 ± 0.1	3.9 ± 0.1
P (mg/ dm ³)	3 ± 0	2 ± 0	1 ± 0
K (mol/dm ³)	2.7 ± 0.07	2.7 ± 0	2.5 ± 0
Ca (mol/dm ³)	5.5 ± 2.1	2 ± 1	1.5 ± 0.5
Mg (mol/dm ³)	6 ± 0	5 ± 1	5 ± 0
H+Al (mol/dm ³)	25 ± 0.35	24 ± 6	11 ± 1
Na (mol/dm ³)	3.7 ± 0.3	3.8 ± 0.3	3.85 0.35
Al (mol/dm ³)	3.5 ± 1.8	9 ± 3	0 ± 0
H (mol/dm ³)	22 ± 7.07	15 ± 3	11 ± 1
C (g/dm ³)	9.1 ± 4.2	5.55 ± 0.35	3.35 ± 0.15
SB	14.2 ± 1.55	7.1 ± 0	8.9 ± 0.6
CTC	39.2 ± 7.55	31.1 ± 0	19.9 ± 0.3

Tabela 2: Caracterização física ou granulométrica do solo das campinaranas gramíneo-lenhosas, Maranhão. Valores dos parâmetros do solo para as três áreas de areia branca - Área 1 e Área 2 em Carutapera e Área 3 em Boa Vista do Gurupi, Maranhão (Brasil). Os valores são a média ± desvio padrão, de amostras coletadas em pontos em pontos de transição da campinaranas gramíneo-lenhosa com a vegetação arbórea (Transição campinarana).

7.3. Caracterização florística das campinaranas gramíneo-lenhosas do Maranhão

Foram coletados 385 espécimes nas três áreas inventariadas, distribuídas em 175 espécies, 118 gêneros e 52 famílias botânicas (Tabela 2). Para a área 1 foram amostradas 99 espécies, área 2 98 e área 3 95 espécies. Desse total, 95% das amostras foram identificadas a nível específico, 2% a nível genérico e apenas um indivíduo permaneceu à nível de família. Mais da metade da riqueza de espécies (54%) concentrou-se somente em nove famílias, sendo as mais representativas — Cyperaceae (18 spp.), Lentibulariaceae (14 spp.), Rubiaceae (13 spp.), Melastomataceae (12 spp.), Poaceae (10 spp.), além de Bromeliaceae, Eriocaulaceae, Fabaceae e Orchidaceae com sete espécies cada (Figura 9A). Vinte e cinco famílias (cerca de 50%) foram representadas por apenas uma espécie. Os gêneros *Utricularia* L., *Rhynchospora* Vahl e *Scleria* P.J.Bergius foram os mais representativos em riqueza, com 12, sete e cinco espécies, respectivamente, 112 gêneros (98%) estiveram representados por menos de cinco espécies.

Família/Especie	Hábito	Habitat	Distribui.	Ocorrência	Voucher
Acanthaceae					
<i>Justicia angustifolia</i> (Pohl ex Nees) Lindau	Erva	olg	sam*	ce. am.	MSS 115
Alismataceae					
<i>Limnocharis laforesti</i> Duchass. ex Griseb.	Erva	gen	neo	am. ce. caa. pan	MSS 142
Apocynaceae					
<i>Mandevilla scabra</i> (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) K.Schum.	Trepa.	gen	sam	am. ce. caa. fa.	MSS 163
<i>Tabernaemontana flavicans</i> Willd. ex Roem. & Schult.	Arbus.	gen	sam	am. ce. fa.	MSS 339
Arecaceae					
<i>Mauritiella armata</i> (Mart.) Burret	Palm.	gen	sam	am. ce.	LIFP 287
Asteraceae					
<i>Calea breviflora</i> V.R.Bueno & M.S.Silva	Subar.	wss	bam*	am	MSS 357
<i>Chromolaena maximiliani</i> (Schrad. ex DC.) R.M.King & H.Rob.	Erva	gen	sam	am. ce. ma.	MSS 221
<i>Elephantopus</i> sp.1	Erva	na	bam*	am	MSS 363
<i>Mikania micrantha</i> Kunth	Trepa.	gen	neo	am. caa. ce. fa. pam. pan.	MSS 314
<i>Vernonanthura brasiliiana</i> (L.) H.Rob.	Arbus.	gen	sam	am. ce. fa.	MSS 329
Bromeliaceae					
<i>Aechmea aquilega</i> (Salisb.) Griseb.	Erva	gen	neo	am. caa ce. fa.	MSS 233
<i>Aechmea bromeliifolia</i> (Rudge) Baker	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa.	MSS 117
<i>Aechmea mertensii</i> (G.Mey.) Schult. & Schult.f.	Erva	gen	sam	am. fa.	MSS 234
<i>Aechmea tocantina</i> Baker	Erva	gen	sam	am. ce. fa.	MSS 179
<i>Ananas ananassoides</i> (Baker) L.B.Sm.	Erva	gen	sam	am. caa. ce. fa.	MSS 338
<i>Tillandsia bulbosa</i> Hook.f.	Erva	gen	neo	am. fa.	AWCF 204
<i>Tillandsia kegeliana</i> Mez	Erva	gen	neo	am. fa.	AWCF 121
Burmanniaceae					
<i>Apteria aphylla</i> (Nutt.) Barnhart ex Small.	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa.	AWCF

				pam.	928
<i>Burmanna capitata</i> (Walter ex J.F.Gmel.) Mart.	Erva	olg	neo	am. caa. ce. fa.	MSS 385
				pam. pan.	
Chrysobalanaceae					
<i>Chrysobalanus icaco</i> L.	Arbus.	olg	neo	am. fa.	FHM 4095
<i>Hirtella bicornis</i> Mart. & Zucc.	Arbus.	gen	sam	am. fa.	MSS 270
<i>Parinari campestris</i> Aubl.	Arvore	olg	neo	am. ce.	MSS 165
Clusiaceae					
<i>Clusia fockeana</i> Miq.	Arbus.	wss	amz	am.	MSS 316
<i>Clusia grandiflora</i> Splitg.	Arbus.	olg	amz	am.	LIFP 285
<i>Clusia sellowiana</i> Schldl.	Arbus.	olg	bam*	fa.	MSS 180
Convolvulaceae					
<i>Ipomoea blanchetii</i> Choisy	Trepa.	olg	sam*	am. caa. ce. fa.	MSS 114
Cordiaceae					
<i>Varronia multispicata</i> (Cham.) Borhidi	Erva	gen	sam*	am. caa. ce. fa.	MSS 326
Cyperaceae					
<i>Bulbostylis conifera</i> (Kunth) C.B.Clarke	Erva	gen	sam	am. caa. ce. fa.	MSS 332
<i>Bulbostylis lanata</i> (Kunth) Lindm.	Erva	olg	sam	am. ce. ma.	MSS 106
<i>Diplacrum capitatum</i> (Willd.) Boeckeler	Erva	gen	sam	am. ce. fa.	MSS 78
<i>Eleocharis filiculmis</i> Kunth	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa.	MSS 124
				pan.	
<i>Fuirena umbellata</i> Rottb.	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa.	MSS 74
				pam. pan.	
<i>Lagenocarpus guianensis</i> Lindl. ex Nees	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa.	MSS 333
<i>Rhynchospora barbata</i> (Vahl) Kunth	Erva	gen	neo	am. caa. ce.	MSS 69
<i>Rhynchospora filiformis</i> Vahl	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa.	MSS 103
<i>Rhynchospora hirsuta</i> (Vahl) Vahl	Erva	gen	neo	am. ce.	MSS 364
<i>Rhynchospora holoschoenoides</i> (Rich.) Herter	Erva	gen	neo	am. fa.	MSS 112
<i>Rhynchospora pubera</i> (Vahl) Boeckeler	Erva	olg	sam	am. ce. fa.	MSS 138
<i>Rhynchospora riparia</i> (Nees) Boeckeler	Erva	gen	sam	am. caa. ce. fa.	MSS 95
<i>Rhynchospora spruceana</i> C.B.Clarke	Erva	gen	neo	am. ce. pam	MSS 75
<i>Scleria bracteata</i> Cav.	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa.	MSS 207
				pam. pan.	
<i>Scleria cyperina</i> Willd. ex Kunth	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa.	MSS 169
				pam. pan.	
<i>Scleria hirtella</i> Sw.	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa.	MSS 119
				pam. pan.	
<i>Scleria reticularis</i> Michx.	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa.	MSS 102
<i>Scleria violacea</i> Pilg.	Erva	gen	sam	am. caa. ce.	MSS 58
Droseraceae					
<i>Drosera cayennensis</i> Sagot ex Diels	Erva	olg	sam	am. ce.	MSS 70
Eriocaulaceae					
<i>Comanthera</i> cf. <i>xeranthemoides</i> (Bong.) L.R.Parra & Giul.	Erva	gen	sam	am. caa. ce. fa.	MSS 369
<i>Paepalanthus</i> cf. <i>guaraiensis</i> Moldenke	Erva	gen	sam*	am. ce.	MSS 71
<i>Paepalanthus</i> Mart.	Erva	na	na	am. caa. ce. fa.	MSS 204
				pam. pan.	
<i>Syngonanthus caulescens</i> (Poir.) Ruhland	Erva	olg	sam	am. caa. ce. fa.	MSS 386
				pam.	
<i>Syngonanthus</i> cf. <i>nitens</i> Ruhland	Erva	gen	sam	am. caa. ce. fa.	MSS 366
<i>Syngonanthus</i> cf. <i>reclinatus</i> (Körn.) Ruhland	Erva	gen	sam*	caa ce.	
<i>Syngonanthus humboldtii</i> (Kunth) Ruhland	Erva	olg	sam	am. ce.	MSS 108
Euphorbiaceae					
<i>Mabea pohliana</i> (Benth.) Müll.Arg.	Arbus.	gen	sam	am. ce.	MSS 243
Fabaceae					

<i>Chamaecrista diphylla</i> (L.) Greene	Arbus.	gen	neo	am. caa. ce. fa. pan.	MSS 229
<i>Chamaecrista nictitans</i> (L.) Moench	Arbus.	gen	sam	am. caa. ce. fa. pam. pan.	MSS 144
<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa. pam. pan.	MSS 311
<i>Dioclea virgata</i> (Rich.) Amshoff	Trepa.	gen	neo	am. caa. ce. fa.	MSS 228
<i>Mimosa xanthocentra</i> Mart.	Subar.	gen	sam	am. ce. fa.	MSS 174
<i>Senna</i> sp1.	Arvoreta	na	na	am. caa. ce. fa. pam. pan.	MFCS 20
<i>Vigna luteola</i> (Jacq.) Benth.	Trepa.	gen	neo	am. caa. ce. fa.	MSS 225
Gentianaceae					
<i>Coutoubea ramosa</i> var. <i>racemosa</i> (G.Mey.) Benth.	Erva	gen	neo	am. ce. fa.	MSS 328
<i>Schultesia brachyptera</i> Cham.	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa.	MSS 398
Heliconiaceae					
<i>Heliconia psittacorum</i> L.f.	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa. pam. pan.	MSS 126
Heliotropiaceae					
<i>Euploca polyphylla</i> (Lehm.) J.I.M.Melo & Semir	Erva	gen	sam	am. caa. fa.	MSS 245
Humiriaceae					
<i>Humiria balsamifera</i> (Aubl.) A.St.-Hil.	Arbus.	gen	sam	ca. ce. fa. am.	MSS 236
Hydroleaceae					
<i>Hydrolea spinosa</i> L.	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa. pam. pan.	MSS 240
Hypericaceae					
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	Arbus.	gen	sam	am. caa. ce. fa.	MSS 327
Lamiaceae					
<i>Amasonia campestris</i> (Aubl.) Moldenke	Erva	gen	sam	am. caa. ce. fa.	MSS 257
<i>Hyptis atrorubens</i> Poit.	Erva	gen	neo	am. ce. fa.	MSS 263
<i>Hyptis recurvata</i> Poit.	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa. pan.	MSS 223
Lauraceae					
<i>Cassytha filiformis</i> L.	Trepa.	gen	neo	am. caa. ce. fa.	MSS 255
Lecythidaceae					
<i>Eschweilera</i> Mart. ex DC.	Arvoreta	na	na	am. caa. ce. fa.	FHM 4079
Linderniaceae					
<i>Lindernia crustacea</i> (L.) F.Muell.	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa. pan.	MSS 354
Lentibulariaceae					
<i>Genlisea oxycentron</i> P.Taylor	Erva	olg	sam	am. ce.	MSF 179
<i>Genlisea pygmaea</i> A.St.-Hil.	Erva	gen	sam	am. ce.	MSF 186
<i>Utricularia adpressa</i> A.Fernández	Erva	olg	amz	am.	MSF 182
<i>Utricularia amethystina</i> Salzm. ex A.St.-Hil. & Girard	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa.	MSF 174
<i>Utricularia costata</i> P.Taylor	Erva	gen	sam	am. caa. ce. fa. pam. pan.	MSF 183
<i>Utricularia cucullata</i> A.St.-Hil. & Girard	Erva	gen	sam	am. ce. fa.	MSF 191
<i>Utricularia cutleri</i> Steyerem.	Erva	gen	sam*	caa. ce. fa.	MSF 212
<i>Utricularia hydrocarpa</i> Vahl	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa. pan.	MSF 201
<i>Utricularia nana</i> A.St.-Hil. & Girard	Erva	gen	sam	am. ce. fa.	MSF 170
<i>Utricularia pusilla</i> Vahl	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa.	MSF 175
<i>Utricularia simulans</i> Pilg.	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa.	MSF 180
<i>Utricularia subulata</i> L.	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa.	MSF 172

					pam. pan.	
<i>Utricularia tenuissima</i> Tutin	Erva	gen	sam		am. ce. fa	MSF 173
<i>Utricularia velascoensis</i> Kuntze	Erva	gen	sam		am. caa. ce. fa.	MSF 203
Loranthaceae						
<i>Passovia ovata</i> (Pohl ex DC.) Tiegh.	Trepa.	gen	sam		am. caa. ce.	LIFP 272
Malpighiaceae						
<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	Arbus.	gen	neo		am. caa. ce. fa.	FHM 4089
<i>Byrsonima</i> sp.1	Arbus.	na	na		pan. am. caa. ce. fa.	MSS 76
					pan.	
Malvaceae						
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Arbus.	gen	neo		am. caa. ce. fa.	LIFP 267
					pam. pan.	
Marantaceae						
<i>Ischnosiphon obliquus</i> (Rudge) Körn.	Erva	gen	amz		am.	MSS 213
Melastomataceae						
<i>Aciotis annua</i> (Mart. ex DC.) Triana	Arbus.	gen	sam		am. ce.	MSS 393
<i>Comolia villosa</i> (Aubl.) Triana	Arbus.	olg	sam		am. caa. ce.	MSS 336
<i>Miconia ciliata</i> (Rich.) DC.	Arbus.	gen	neo		am. caa. ce. fa.	MSS 345
<i>Miconia poeppigii</i> Triana	Arbus.	gen	amz		am.	
<i>Mouriri dumetosa</i> Cogn.	Arvore	wss	amz		am.	MSS 237
<i>Nepsera aquatica</i> (Aubl.) Naudin	Erva	olg	neo		am. ce. fa	MSS 391
<i>Noterophila bivalvis</i> (Aubl.) Kriebel & M.J.R.Rocha	Erva	olg	sam		am. fa.	MSS 391
<i>Pterolepis</i> sp1.	Erva	na	na		am. caa. ce. fa.	MSS 371
<i>Rhynchanthera serrulata</i> (L.C.Rich.) DC.	Arbus.	olg	sam		am. ce.	AVS 1694
<i>Tibouchina aspera</i> Aubl.	Arbus.	gen	neo		am. ce.	MSS 388
<i>Tococa guianensis</i> Aubl.	Arbus.	gen	neo		am. ce. pan.	MSS 349
<i>Tococa nitens</i> (Benth.) Triana	Arbus.	olg	sam		am. ce.	MSS 324
Myrtaceae						
<i>Campomanesia</i> sp1.	Arvoreta	na	na		am. caa. ce. fa.	MSS 370
					pam.	
<i>Myrcia cuprea</i> (O.Berg) Kiaersk.	Arbus.	gen	bam*		am.	MSS 186
<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	Arbus.	gen	sam		am. caa. ce. fa.	MSS 350
					pam. pan.	
Nyctaginaceae						
<i>Guapira campestris</i> (Netto) Lundell	Arvoreta	gen	sam*		ce.	LIFP 270
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Arvoreta	gen	sam		am. caa. ce. fa.	LIFP 269
Nymphaeaceae						
<i>Nymphaea amazonum</i> Mart. & Zucc.	Erva	gen	neo		am. caa. ce. fa.	MSS 145
					pam. pan.	
Ochnaceae						
<i>Ouratea cassinifolia</i> (A.DC.) Engl.	Arvoreta	olg	bam*		am.	MSS 318
<i>Ouratea racemiformis</i> Ule	Arvoreta	olg	bam*		am.	MSS 317
<i>Sauvagesia erecta</i> L.	Subar.	gen	sam		am. caa. ce. fa.	MSS 151
<i>Sauvagesia longifolia</i> Eichler	Subar.	gen	sam		am. ma	MSS 313
<i>Sauvagesia sprengelii</i> A.St.-Hil.	Subar.	olg	sam		am. fa	MSS 158
Onagraceae						
<i>Ludwigia decurrens</i> Walter	Erva	gen	sam		am. caa. ce. fa.	MSS 227
					pam. pan.	
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H.Raven	Erva	gen	sam		am. caa. ce. fa.	MSS 351
					pam. pan.	
Orchidaceae						
<i>Catasetum ciliatum</i> Barb.Rodr.	Erva	olg	amz		am.	MSS 129
<i>Encyclia granitica</i> (Lindl.) Schltr.	Erva	olg	amz		am.	

<i>Habenaria obtusa</i> Lindl.	Erva	gen	sam	am. caa. ce.	MSS 86
<i>Habenaria repens</i> Nutt.	Erva	gen	sam	am. caa. ce. fa. pam. pan.	MSS 176
<i>Habenaria spathulifera</i> Cogn.	Erva	gen	sam	am. caa. ce.	MSS 162
<i>Polystachya concreta</i> (Jacq.) Garay & Sweet	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa. pam. pan.	AWCF 621
<i>Scaphyglottis sickii</i> Pabst	Erva	gen	sam	am. fa.	AWCF 620
Orobanchaceae					
<i>Anisantherina hispidula</i> Mart.	Erva	gen	neo	am. caa. ce. pan.	MSS 384
<i>Melasma melampyroides</i> (Rich.) Pennell	Erva	gen	sam	am. caa. ce. fa.	MSS 196
Phyllanthaceae					
<i>Phyllanthus minutulus</i> Müll.Arg.	Erva	gen	sam	am. caa. ce. fa.	MSS 353
Plantaginaceae					
<i>Bacopa imbricata</i> (Benth.) Pennell	Erva	olg	sam	am.	MSS 306
<i>Bacopa salzmännii</i> (Benth.) Wettst. ex Edwall	Erva	gen	sam	am. caa. ce. fa.	MSS 379
<i>Bacopa sessiliflora</i> (Benth.) Edwall	Erva	gen	sam	am. caa.	MSS 139
<i>Scoparia dulcis</i> L.	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa. pam. pan.	MSS 218
Poaceae					
<i>Dichantherium</i> (Hitchc. & Chase) Gould	Erva	na	na		MSS 136
<i>Echinolaena inflexa</i> (Poir.) Chase	Erva	gen	sam	am. caa ce. fa.	MSS 104
<i>Eragrostis maypurensis</i> (Kunth) Steud.	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa.	MSS 226
<i>Panicum</i> sp.1	Erva	na	na	am. caa. ce. fa. pam. pan.	MSS 143
<i>Paspalum millegrana</i> Schrad. ex Schult.	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa.	MSS 348
<i>Paspalum</i> sp.1	Erva	na	na	am. caa. ce. fa. pam. pan.	MSS 330
<i>Paspalum</i> sp2	Erva	na	na	am. caa. ce. fa. pam. pan.	MSS 340
<i>Sacciolepis</i> Nash	Erva	na	na	am. caa. ce. fa.	MSS 301
<i>Trichantheium pseudisachne</i> (Mez) Zuloaga & Morrone	Erva	gen	sam*	am. ce.	MSS 334
Poaceae sp.1	Erva	na	na	am. caa. ce. fa. pam. pan.	MSS 217
Polygalaceae					
<i>Senega appressa</i> (Benth.) J.F.B.Pastore	Erva	olg	sam	am. caa.	MSS 148
<i>Senega trichosperma</i> (Jacq.) J.F.B.Pastore	Erva	olg	sam	am. caa.	MSS 146
<i>Senega adenophora</i> (DC.) J.F.B.Pastore	Erva	olg	neo	am. ce.	MSS 55
Polygonaceae					
<i>Coccoloba marginata</i> Benth.	Arvore	gen	sam	am. ce. fa.	LIFP 275
Proteaceae					
<i>Roupala montana</i> Aubl.	Arvore	gen	neo	am. ce. fa.	MSS 260
Rhizophoraceae					
<i>Cassipourea spruceana</i> Benth.	Arvoreta	olg	amz	am.	MFCS 13
Rubiaceae					
<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A.Rich.	Arvoreta	gen	neo	am. ce.	MSS 380
<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa. pam. pan.	MSS 64
<i>Chiococca alba</i> (L.) Hitchc.	Arbus.	gen	neo	am. caa. ce. fa. pam. pan.	MSS 335
<i>Chomelia obtusa</i> Cham. & Schltl.	Erva	gen	sam	am. caa. ce. fa. pam. pan.	MSS 343
<i>Isertia hypoleuca</i> Benth.	Arbus.	gen	sam	am	MSS 381
<i>Limnosipanea palustris</i> (Seem.) Hook.f.	Erva	gen	sam	caa. ce. pan	MSS 368

<i>Pagamea guianensis</i> Aubl.	Arbus.	olg	sam	am. caa. ce. fa.	MSS 344
<i>Palicourea hoffmannseggiana</i> (Roem. & Schult.) Borhidi	Erva	gen	sam	am. caa. ce. fa. pam. pan.	MSS 331
<i>Palicourea violacea</i> (Aubl.) A.Rich.	Arbus.	gen	sam	am. caa. ce. fa.	MSS 346
<i>Perama hirsuta</i> Aubl.	Erva	olg	sam	am. caa. ce. fa.	MSS 150
<i>Retiniphyllum schomburgkii</i> (Benth.) Müll.Arg.	Arbus.	wss	amz	am.	MSS 232
<i>Sipanea pratensis</i> Aubl.	Erva	gen	sam	am. ce.	MSS 171
<i>Spermacoce prostrata</i> Aubl.	Erva	gen	sam	am. ce. fa.	MSS 224
Sapotaceae					
<i>Manilkara bidentata</i> (A.DC.) A.Chev.	Arbus.	gen	neo	am. ce.	MSS 254
<i>Micropholis venulosa</i> (Mart. & Eichler) Pierre	Arbus.	gen	sam	am. ce.	MSS 185
Simaroubaceae					
<i>Homalolepis trichilioides</i> (A.St.-Hil.) Devecchi & Pirani	Arvoreta	gen	sam	am. ce. fa.	MSS 182
Solanaceae					
<i>Physalis angulata</i> L.	Arbus.	gen	neo	am. caa. ce. fa. pam. pan.	MSS 355
<i>Solanum stramonifolium</i> Jacq.	Arbus.	gen	neo	am. fa.	MSS 177
<i>Solanum subinerme</i> Jacq.	Arbus.	gen	neo	am. ce.	MSS 341
Verbenaceae					
<i>Lantana camara</i> L.	Arbus.	gen	neo	am. caa. ce. fa. pam. pan.	MSS 175
<i>Stachytarpheta indica</i> (L.) Vahl	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa. pan.	MSS 305
Vochysiaceae					
<i>Vochysia ferruginea</i> Mart.	Arvore	gen	neo	am.	FHM 4080
Xyridaceae					
<i>Abolboda americana</i> (Aubl.) Lanj.	Erva	olg	sam	am. fa.	MSS 54
<i>Abolboda egleri</i> L.B.Sm. & Downs	Erva	olg	sam*	am. ce.	MSS 166
<i>Xyris paraensis</i> var. <i>polystachia</i> L.B.Sm. & Downs	Erva	olg	sam	am. caa. ce.	MSS 275
<i>Xyris jupicai</i> Rich.	Erva	gen	neo	am. caa. ce. fa. pam. pan.	MSS 107
<i>Xyris paraensis</i> Poepp. ex K unth var. <i>paraensis</i>	Erva	olg	sam	am. caa. ce.	MSS 383

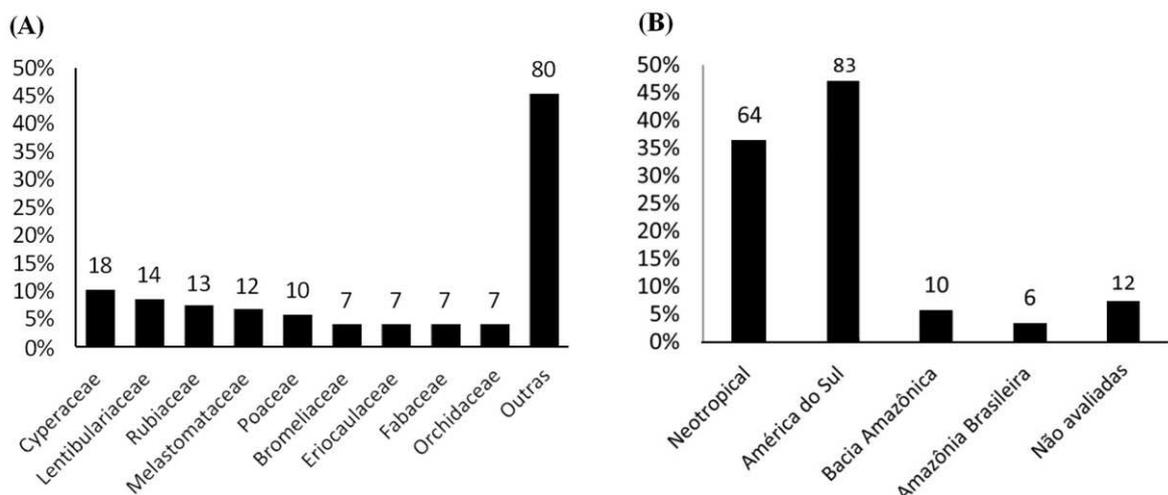
Tabela 3: Checklist da flora de campinaranas gramíneo-lenhosas dos municípios de Boa Vista do Gurupi e Carutapera no estado do Maranhão, Brasil. **Hábito:** Erva; Arbus = Arbusto; Arvoreta; Palm = Palmeira; Trep. = Trepadeira; Subar = Subarbusto. **Habitat:** gen = generalista; olg = especialista em habitats oligotróficos; wss = especialista em areia branca. **Distribuição:** neo = Neotropical; sam = América do Sul; amz = bacia amazônica; bam = bacia amazônica brasileira. **Ocorrência:** ce = Cerrado; am = Amazônia; caa = Caatinga; fa = Floresta Atlântica; pam = Pampa; pan = Pantanal. **Vouchers (depositados no herbário SLUI; sigla do coletor seguido por número de coletor):** MSS = Mizalene Silva da Silva; FHM = Francisca Helena Muniz; AVS = André Vito Scatingna; AWCF = Alessandro Wagner Coelho Ferreira; LIFP = Layanne Izabelly Ferreira Pedrosa; MSF = Milena Salazar Ferreira e MFCS = Mauro Filipe Costa Sousa.

Sessenta e quatro espécies (36,6%) possuem distribuição Neotropical (neo), oitenta e três espécies (47,43%) estão distribuídas ao longo da América do Sul (sam), dez espécies (5,7%) são restritas à Bacia Amazônica (amz), seis espécies (3,4%) estão restritas à Amazônia brasileira (bam) e, do total de espécies, 15 são endêmicas do Brasil (*) (Figura 9B). Dentre as espécies listadas, 20 são compartilhadas com o domínio do Cerrado; 11 com a Floresta Atlântica e três espécies são compartilhadas com a Caatinga. Em relação ao hábitat, 123 espécies (70,28%) são generalistas (gen), 35 espécies (20%) são especialistas em habitats oligotróficos (olg) e apenas quatro espécies são exclusivas de campinaranas, *Retiniphyllum schomburgkii* (Benth.) Müll. Arg. (Rubiaceae), *Mouriri dumetosa* Cogn. (Melastomataceae), *Clusia fockeana* Miq. (Clusiaceae) e *Calea breviflora* V.R. Bueno & M.S. Silva (Asteraceae) (Figura 9C).

As campinaranas gramíneo-lenhosas do Maranhão apresentam uma flora predominantemente generalista (70,3%), confirmando com os resultados encontrados por García-Villacorta *et al.* (2016) em um conjunto de 11 manchas de Campinarana na bacia do Rio Negro (77%); Dermarchi *et al.* (2022) em campinarana da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Uatumã (51,5%) e por Farroñay (2019) em campinarana na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Rio Negro (44,3%). Nossos dados revelam que o número de espécies generalista em fitofisionomia de campinarana gramíneo-lenhosa pode ser ainda mais expressivo se considerar que apenas (2,28%) da flora é endêmica desses ecossistemas. Esse resultado pode ser atribuído ao tipo de fitofisionomia estudada, e ao fato de que a maioria das pesquisas estão concentradas em áreas de campinaranas com vegetação de maior porte, o que dificulta uma comparação mais precisa com a distribuição das espécies do componente gramíneo-lenhoso. Embora haja especificidades da flora local, observamos que a fitofisionomia de campinarana gramíneo-lenhosa é representada principalmente por espécies de ampla distribuição quando comparada às demais fitofisionomias de campinarana. No entanto, é importante destacar que esses resultados podem variar conforme a localização, tamanho da área, a influência da vegetação circundante e fatores abióticos.

Quanto ao modo de vida, 111 espécies são ervas, 36 são arbustos, dez são arvoretas, sete são lianas, cinco são árvores, cinco são subarbustos e uma é palmeira (Figura 9D). As comunidades herbáceas presentes em ambientes de campinaranas ainda são comparativamente pouco estudadas, embora seja o componente dominante em campinaranas gramíneo-lenhosas (Veloza *et al.* 1991; Vicentini 2004; IBGE 2012; Lopes *et al.* 2021). Entre as espécies muito frequentes estão *Bulbostylis lanata*; *Lagenocarpus guianensis* e *Rhynchospora barbata*

(Cyperaceae), *Perama hirsuta* (Rubiaceae) e *Sauvagesia sprengelii* (Ochnaceae). O estrato herbáceo também é composto por espécies de bromélias, principalmente *Aechmea aquilega* e de orquídeas do gênero *Habenaria*. Em áreas com o solo alagado, diversas plantas carnívoras do gênero *Utricularia* dominam o ambiente, além de *Drosera cayennensis* (Droseraceae), *Syngonanthus humboldtii*, *Comanthera* cf. *xeranthemoides* (Eriocaulaceae), *Senega adenophora*, *Senega appressa* (Polygalaceae), *Abolboda egléri*, *Abolboda americana* e *Xyris paraensis* var. *paraensis* (Xyridaceae). Também ocorrem alguns indivíduos arbustivos isolados de *Comolia villosa*, *Tibouchina aspera*, *Tococa nitens* (Melastomataceae) e *Myrcia cuprea* (Myrtaceae). Já as, touceras abustivas são formadas por *Clusia fockeana*, *C. grandiflora*, *C. sellowiana* (Clusiaceae), *Humiria balsamifera* (Humiriaceae), *Byrsonima* sp.1 (Malpighiaceae), *Pagamea guianensis* e *Retiniphyllum schomburgkii* (Rubiaceae). Entre as árvores/avoretas isoladas estão *Parinari campestris* (Chrysobalanaceae); *Homalolepis trichilioides* (Simaroubaceae) e *Mouriri dumentosa* (Melastomataceae). Embora a área seja representada por uma riqueza maior de espécies, esses indivíduos se destacam dominando a paisagem. Estes correspondem, normalmente, a espécies endêmicas de campinaranas, especialistas em habitats oligotróficos ou por serem grupos adaptados morfológica e fisiologicamente para suportar as condições do solo muito arenoso (média 90% areia), variação em material orgânico, quimicamente pobre, distrófico e fortemente ácido, o qual também influencia na ocorrência de poucas espécies arbóreas.



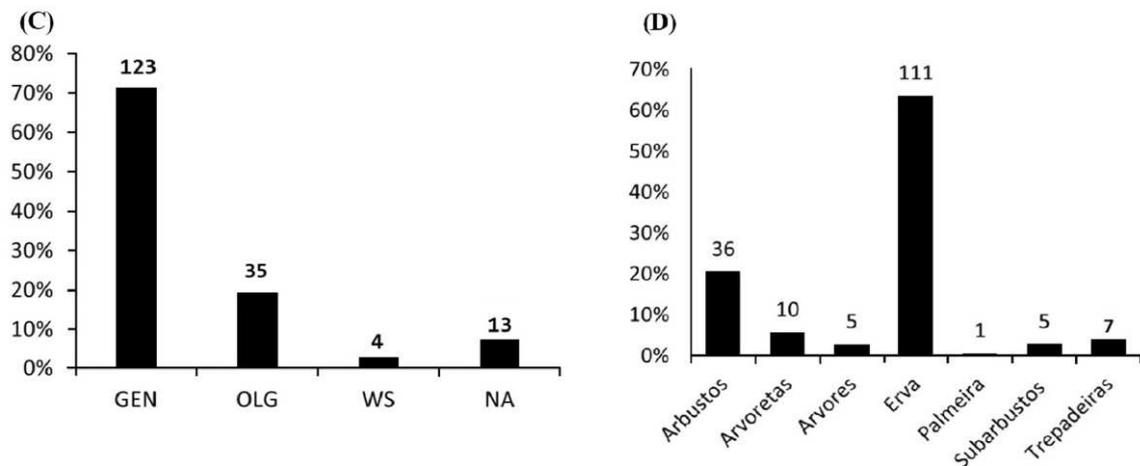


Figura 9: Números de espécies das campinaranas gramíneo-lenhosas estudadas no Maranhão, em (A) Número de espécies por famílias mais ricas. (B) Número de espécies por categoria de distribuição. (C) Famílias classificadas de acordo com a riqueza de espécies especialistas em areia branca (ws), o Número de espécies especialistas em habitat oligotrófico (olg), espécies generalistas (gen) e especialização não avaliada (na) e (D) Número de espécies por hábito.

A riqueza de espécies vegetais pode estar associada a vários processos, como a área que as campinaranas ocupam na Amazônia (Rosenzweig 1995; Parolin & Wittmann 2010), influência de espécies de habitats circundantes (Targhetta *et al.* 2015), e o tipo de fitofisionomia — em campinaranas gramíneo-lenhosas o estrato herbáceo é principalmente composto por espécies generalista de ampla distribuição geográfica e por receber maior penetração de luz, esses fatores contribuem para uma maior riqueza de espécies, quando comparadas às campinaranas florestadas e arborizadas (Oliveira & Daly 2001; Ferreira *et al.* 2013). Entretanto, quando comparadas com habitats adjacentes mais férteis e com condições edáficas menos estressantes essa riqueza é menor (Vicentini 2004; Fine *et al.* 2005).

Os ambientes onde se desenvolvem as campinaranas são caracterizados por apresentarem condições de estresse hídrico e nutricional que provocam um efeito de filtragem das espécies, pela pressão seletiva dada por condições abióticas estressantes (Parolin *et al.* 2010; Parolin & Wittmann 2010). Assim, as espécies aptas a colonizar estes ambientes possuem adaptações morfológicas e fisiológicas (Parolin & Wittmann 2010; Guimarães & Bueno 2016), limitando apenas espécies capazes de suportar esses fatores. Assim, a maior parte das espécies generalistas não são encontradas com frequência dentro das comunidades

de campinarana o que pode ser explicado através das limitações para o crescimento e reprodução dessas espécies nesse ambiente hostil (García-Villacorta *et al.* 2016; Demarchi *et al.* 2022; Demarchi *et al.* 2024).

Embora a flora das campinaranas seja reconhecida pelo número de espécies endêmicas (Anderson 1981; Fine *et al.* 2010; Costa 2012; Guevara *et al.* 2016; Costa *et al.* 2020), a prevalência de endemismo varia conforme a localidade e a fitofisionomia desses ecossistemas. Ferreira (2009) ressalta que as campinaranas são floristicamente muito diferenciadas umas das outras, mas seu grau de endemismo está associado ao local de ocorrência. Nas campinaranas gramíneo-lenhosas do Maranhão, a flora é composta majoritariamente por espécies generalistas com ampla distribuição geográfica, e apesar do componente herbáceo ser predominante, o endemismo está concentrado principalmente em espécies arbustivas e arbóreas. A proporção de espécies endêmicas na fitofisionomia gramíneo-lenhosa é menor quando comparada com estudos realizados em outros tipos de campinaranas (Ibama, 2002; García-Villacorta *et al.* 2016; ; Farroñay, 2019; Demarchi *et al.* 2022). Embora as condições edáficas do componente gramíneo-lenhoso favoreça o surgimento de espécies novas, ocasionado pela pressão seletiva mais intensa, os poucos estudos dificultam uma maior compreensão sobre a flora endêmica desse componente.

A elevada concentração de areia no solo, em conjunto com a variação do material orgânico, pobreza nutricional e elevada acidez cria condições únicas dentro da amazônia maranhense, refletindo em uma vegetação de caráter específico para o estado. Nessas áreas foram registradas quatro novas ocorrências para o Maranhão: *Clusia sellowiana*, *C. fockeana* (Clusiaceae), *Abolboda egleri* (Xyridaceae), *Retiniphyllum schomburgkii* (Rubiaceae) e *Cassipourea spruceana* (Rhizophoraceae). Três espécies foram redescobertas para o estado — *Drosera cayennensis* (Droseraceae), *Mouriri dumetosa* (Melastomataceae) e *Encyclia granitica* (Orchidaceae), que haviam sido registradas somente nessas mesmas localidades entre as décadas de 40 e 60. Além disso, registramos a segunda ocorrência e redescoberta de *Aechmea aquilega* (Bromeliaceae) coletada há 90 anos no estado. Uma espécie de Asteraceae ainda desconhecida para a ciência foi descoberta e descrita, *Calea breviflora* (Da Silva *et al.* 2025, Anexo II deste volume). Além disso, as áreas abrigam um número expressivo de espécies especialistas de hábitat oligotrófico, outras endêmicas do Brasil, endêmicas da Amazônia e espécies endêmicas de campinaranas. Estes achados demonstram a importância ecológica desses ecossistemas, por apresentarem distinção florística e condições adaptativas

suficientes para especiação da flora. Isso corrobora a hipótese de que fragmentos isolados por barreiras fitogeográficas estão propícios ao surgimento de espécies únicas, adaptadas e restritas a esses fragmentos.

7. 4. Similaridade florística com outras áreas de campinaranas

O dendrograma de similaridade mostra que as áreas de campinaranas gramíneo-lenhosas do Maranhão tendem a apresentar mais semelhanças entre si, com destaque para as relações entre a Área_2 e a Área_3, e entre a Área_1 e a Área_2. Observa-se que a similaridade segue um padrão de proximidade geográfica, ou seja, as áreas mais próximas geograficamente tendem a ser mais similares. Entre as áreas comparadas do Maranhão, a Área_1 e a Área_3 estão mais distantes geograficamente e, conseqüentemente, são as mais diferentes floristicamente. Esse padrão de dissimilaridade se estende às áreas comparadas com outros estados. Quanto maior a distância geográfica, maior a dissimilaridade entre as áreas, como é observado nas comparações entre as áreas do Maranhão e do Pará (Cam_GL_PA, Ferreira *et al.*, 2009), sendo ainda mais pronunciada quando comparada com o Amazonas (Cam_OSC_AM, Demarchi, 2022). Por outro lado, a área do Amazonas (Cam_OSC_AM, Demarchi, 2022) mostra-se mais próxima da área do Pará (Figura 10), enquanto se distancia consideravelmente de outros EABs comparadas, como Rest_MA (Guterres *et al.* 2020) e Rest_PA (Silva *et al.* 2010). As campinaranas são um tipo de vegetação que apresenta variação na composição de espécies em diferentes ambientes. A dissimilaridade entre ambientes geograficamente mais distantes pode ser explicada pela dominância relativa de espécies altamente abundantes, pela presença de espécies restritas às áreas comparadas e pelo baixo número de espécies endêmicas registradas para as campinaranas gramíneo-lenhosas no Maranhão. Dessa forma, as campinaranas gramíneo-lenhosas tendem a ser mais similares devido à proximidade geográfica e à semelhança na fitofisionomia, que são influenciadas pelas condições ambientais específicas de cada EAB, como também destacado por Ferreira (2009).

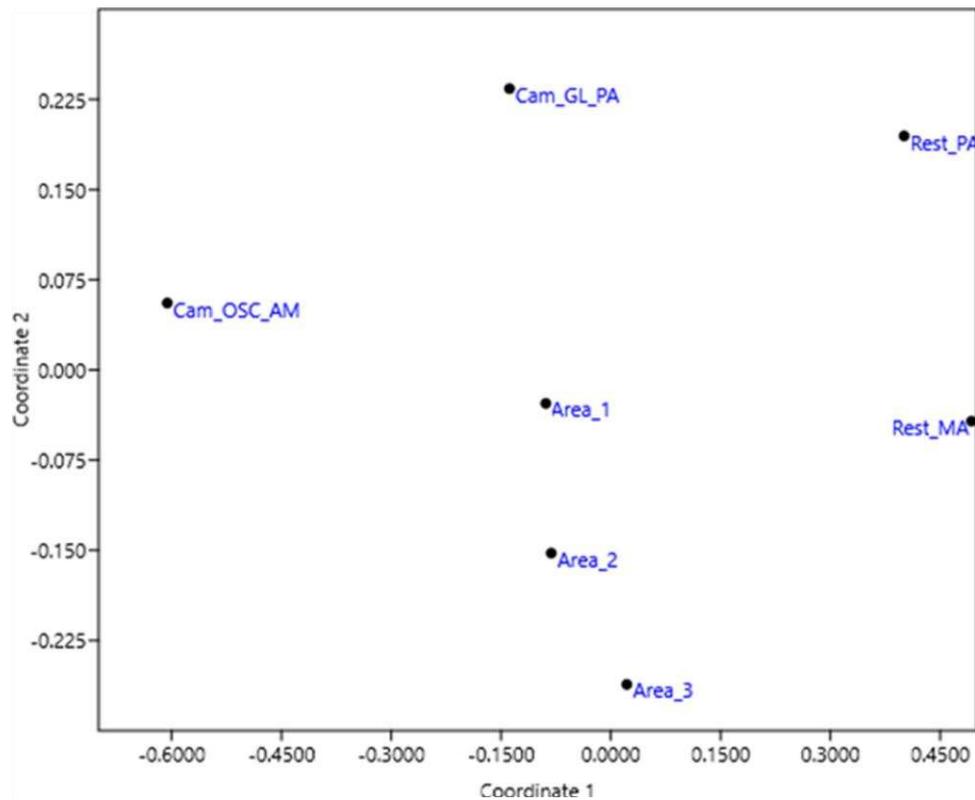


Figura 10 - Diagrama de ordenação do escalonamento multidimensional não métrico (NMDS), representando a comparação florística entre as das três áreas de campinarana gramíneo-lenhosa do Maranhão (Area_1; Area_2 e Area_3); área de campinarana gramíneo-lenhosa do estado do Pará (Ferreira *et al.* 2009 = Cam_GL_PA); campinarana da Reserva do Uatumã estado do Amazonas (Demarchi 2022 = Cam_OSC_AM); Restinga do Maranhão (Guterres *et al.* 2020 = Rest_MA) e Restinga do estado do Pará (Silva *et al.* 2010 = Rest_PA), valor de stress 0,1043. Elaborado pela autora (2024).

A baixa similaridade florística indica que a dispersão das espécies de plantas entre as manchas de campinaranas pode ser limitada por barreiras geográficas e ecológicas (Costa 2012). A mortalidade relacionada a incêndios ou secas também pode ser um fator importante que afeta a estrutura e a composição da vegetação em escalas locais (Vicentini 2004) bem como a complexidade estrutural do ambiente de areias brancas pode ser responsável pela heterogeneidade da cobertura vegetal (Dias *et al.* 2017). A distribuição desses fragmentos favorece o endemismo, limitando a dispersão das espécies. Tanto a área quanto a conectividade entre as manchas de vegetação influenciam a ocorrência das espécies em escalas regionais (Costa *et al.* 2019, 2020). Além dos fatores geográficos, esse padrão pode ser parcialmente explicado por filtros ambientais que selecionam linhagens adaptadas a condições edáficas estressantes, como inundações e secas.

A proximidade geográfica entre as campinaranas do Maranhão estabelece similaridade florística, embora não haja sobreposição entre as áreas analisadas (Figura 10). Esse padrão se reflete na distribuição das espécies, com apenas 20% delas sendo comuns às três áreas inventariadas. Além disso, 32% das espécies são compartilhadas entre pares de áreas, com 18 espécies presentes tanto na Área_1 (Carutapera) quanto na Área_2 (Carutapera), 14 espécies compartilhadas entre a Área_1 e a Área_3 (Boa Vista do Gurupi), e 24 espécies entre a Área_2 e a Área_3. Esses dados sugerem que há diferenciação florística entre as áreas, possivelmente associados à fragmentação e distância dos habitats e ao isolamento imposto por barreiras naturais, como faixas contínuas de floresta ombrófila densa. Tais barreiras dificultam o fluxo de espécies entre as campinaranas, favorecendo a ocorrência de espécies exclusivas em cada área: 35 na Área_1, 24 na Área_2 e 25 na Área_3. Esses números reforçam que os elementos naturais da paisagem – especialmente a distância geográficas entre áreas, a vegetação que circunda e isola as campinaranas – desempenham um papel importante na diferenciação da composição florística de cada região, evidenciando a influência do isolamento ambiental sobre a vegetação das campinaranas.

Considerando o estudo realizado na campinarana gramíneo-lenhosa do Pará (Cam_GL_PA, Ferreira *et al.* 2009), foram amostradas 60 espécies, das quais 12 também estão presentes nas campinaranas gramíneo-lenhosas do Maranhão: *Syngonanthus humboldtii*, *Salvagesia erecta*, *Senega appressa*, *Rhynchospora barbata*, *Perama hirsuta*, *Pagamea guianensis*, *Micropholis venulosa*, *Miconia ciliata*, *Humiria balsamifera*, *Heliconia psittacorum*, *Chamaecrista diphylla* e *Cassytha filiformis*. Ao ampliarmos a análise para incluir outros estudos realizados de forma independente nas campinaranas do Pará, observamos que o número de espécies compartilhadas entre os dois estados é maior do que o inicialmente identificado. Por exemplo, no trabalho de Ferreira (2009), são citadas *Clusia fockeana*, *Byrsonima crassifolia*, *Roupala montana*, *Retiniphyllum schomburgkii*, *Alibertia edulis*, *Xyris jupicai* e *Tibouchina aspera*. Ferreira *et al.* (2010) destaca a espécie *Drosera caynensis*, enquanto Ferreira (2013) apresenta outras como *Chiococca alba*, *Clusia grandiflora*, *Hirtella bicornis*, *Guapira opposita*, *Myrcia cuprea*, *Aechmea mertensii*, *Ananas ananassoides* e *Borreria verticillata*. Portanto, ao considerar essas contribuições adicionais da literatura, amplia o conhecimento da distribuição das espécies nesses ambientes, indicando padrões de recorrência florística que podem estar associados a fatores históricos e ecológicos ainda pouco explorados.

Esses dados indicam que as fitofisionomias abertas tendem a apresentar características mais semelhantes devido à posição geográfica e às condições edáficas, o que explica a maior similaridade entre regiões próximas com condições ambientais semelhantes (Guimarães *et al.* 2016; Farroñay 2019). A composição e diversidade florística das campinaranas graminoso-lenhosas também são influenciadas por esses fatores, mais do que pela colonização de espécies endêmicas desses ecossistemas. O endemismo, nesse caso, depende do tipo de fitofisionomia e está relacionado ao local de ocorrência do ecossistema. Além disso, as espécies das áreas de campinaranas gramíneo-lenhosas ainda podem estar subamostradas, uma vez que as famílias Cyperaceae, Lentibulariaceae, Poaceae e Eriocaulaceae são frequentemente destacadas como as mais representativas para essa fitofisionomia, conforme observado em nosso estudo. No entanto, essas famílias não estão bem representadas nas listas florísticas de outros trabalhos (e.g., Ferreira *et al.* 2009; Demarchi 2022), possivelmente devido ao método de amostragem utilizado ou ao escopo das pesquisas, que focaram principalmente em grupos lenhosos.

7.5. Estado de conservação das áreas de campinarana gramíneo-lenhosa do Maranhão

A Amazônia maranhense está inserida em uma região conhecida como Centro de Endemismo de Belém (Silva *et al.* 2005; INPE 2017; Celentano *et al.* 2018), uma importante unidade geográfica que abriga conjuntos de espécies únicas e insubstituíveis (Cardoso 2005; Silva *et al.* 2005; Embrapa 2016). Entretanto cerca de 80% de sua cobertura vegetal foi convertida em áreas de agropecuária (MapBiomas 2024), as ameaças são agravadas pela deficiência de estudos ecológicos, o que impede o entendimento profundo de suas fitofisionomias, incluindo as campinaranas gramíneo-lenhosas, que estão desaparecendo antes de serem devidamente documentadas pela ciência. Discutir o estado de conservação das campinaranas é uma forma de indicar estratégias de ação que possam mitigar os impactos negativos sobre esses habitats singulares e ainda pouco estudados.

As áreas de campinaranas gramíneo-lenhosas no Maranhão sofrem diferentes níveis de fragmentação, sendo as mais impactadas aquelas próximas às regiões urbanizadas. O tipo de fragmentação varia conforme a fitofisionomia dominante — áreas mais abertas, dominadas pelo estrato herbáceo e arbustivo, são frequentemente substituídas por pastagens e terras agrícolas (Figura 11). Em áreas com vegetação mais arborizada, o principal fator de fragmentação é a extração da madeira. Além disso, a expansão de fazendas e a retirada de areia para diversos fins têm contribuído para a manipulação dessas áreas. O uso e a ocupação

desordenada do solo têm sido os principais fatores de supressão das campinaranas no Maranhão. Em menos de um ano, uma das áreas analisadas neste estudo (Área_3 em Boa Vista do Gurupi) foi quase completamente convertida em pastagens e fazendas. Atualmente, apenas uma das áreas estudadas, a Área_2 em Carutapera, permanece sem sinais de perturbação, mantendo-se conservada devido ao isolamento das áreas urbanas e ao difícil acesso. No entanto, observa-se que o processo de fragmentação da paisagem se desloca em direção a essas áreas, o que representa uma ameaça futura.

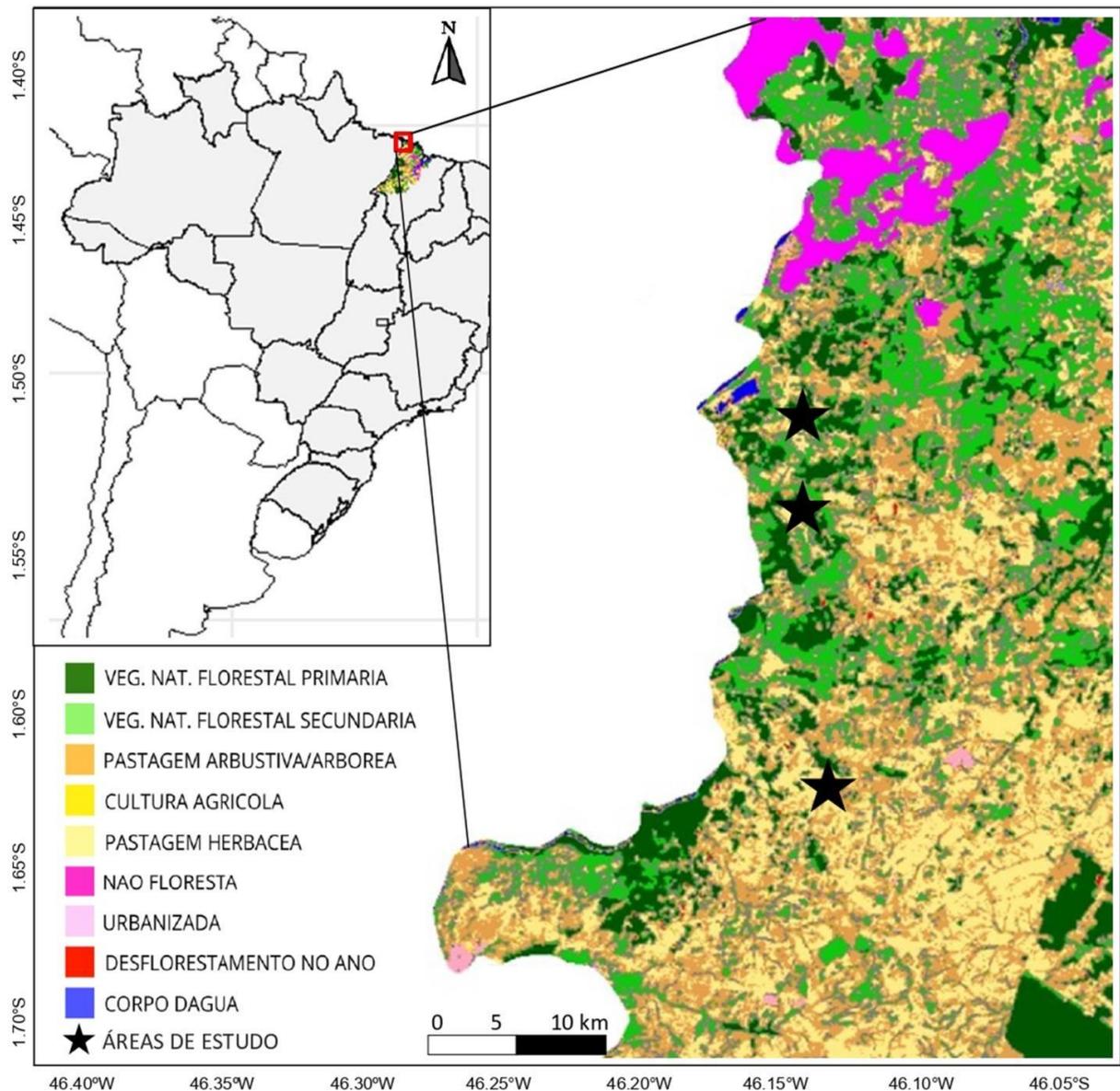


Figura 11: Mapa do uso e cobertura do solo do domínio Amazônia dos municípios Carutapera e Boa Vista do Gurupi no estado do Maranhão, Brasil. Elaborado pela autora (2024).

Esse tipo vegetacional é prioritário para a conservação na Amazônia brasileira, por ocupar uma pequena proporção da área da região. Essas formações são caracterizadas pela presença de espécies raras e muitas vezes endêmicas, tornando-se essenciais para a conservação da biodiversidade. Elas representam um mosaico de diferentes tipos de fitofisionomias, resultando em expressiva heterogeneidade ambiental, que abriga uma alta diversidade filogenética e um nível significativo de endemismo (Embrapa 2007). Essas comunidades mesclam elementos típicos da Amazônia e de vegetações abertas, formando ecossistemas únicos. Em fragmentos de campinarana gramíneo-lenhosa, Ferreira *et al.* (2010) evidenciam a ocorrência da espécie *Drosera cayennensis* em uma região do baixo rio Tocantins e ressaltam a importância da área para a conservação. Partindo desse pressuposto, as campinaranas do Maranhão abrigam, além de *Drosera cayennensis*, outras espécies raras e endêmicas desses ecossistemas, como *Retiniphyllum schomburgkii*, *Mouriri dumetosa*, *Clusia fockeana*, *Clusia sellowiana*, *Encyclia granitica* e a espécie *Calea breviflora*, recentemente descrita e com ocorrência apenas em duas das áreas analisadas neste estudo (Da Silva *et al.* 2025, Anexo II deste volume). Diante disso, as campinaranas do Maranhão apresentam alta diferenciação florística, tanto entre esses ecossistemas de campinaranas, quanto para o estado.

A diferenciação florística das campinaranas se estende às espécies animais que habitam essas áreas, tornando-as importantes reservatórios de variabilidade genética, fundamentais para a sobrevivência em condições extremas (Ferreira 2009). O que reforça a importância dessa formação vegetal e torna esses ecossistemas essenciais para a preservação da biodiversidade. No entanto, as perturbações antropogênicas, como a degradação do solo e o uso inadequado da terra, causam danos severos a esses ecossistemas, dificultando a recuperação natural da vegetação. Embora a restauração das áreas de florestas degradadas na Amazônia maranhense seja possível, de forma simples e barata, por meio da remoção das fontes de perturbação e permitindo a sucessão ecológica (Celentano *et al.* 2017), as campinaranas gramíneo-lenhosas, por possuírem características edáficas e florísticas tão específicas, tornam sua recuperação mais difícil e podem se tornar mais vulneráveis à extinção, especialmente após a alteração da vegetação natural. As espécies vegetais invasoras que colonizam as áreas impactadas são frequentemente distintas da flora original (Embrapa 2007; Stropp *et al.* 2011), prejudicando a sobrevivência das espécies endêmicas e especializadas desses ecossistemas.

Apesar do papel ecológico crucial das campinaranas gramíneo-lenhosas, esses

ecossistemas estão entre os mais ameaçados pela perda de habitat (Laurence 2001; Laurance *et al.* 2002; Barbosa & Ferreira 2004; Ferreira 2007; Ferreira *et al.* 2013), sendo urgente a criação de unidades de conservação nessas áreas (Ferreira 2009). A priorização deve ser baseada em sua importância biológica, a fim de evitar que sejam irreversivelmente modificadas pelas atividades humanas (Tabarelli & Gascon 2005; Embrapa 2007). Embora as campinaranas do Maranhão enfrentem sérias ameaças, ainda existem fragmentos com nível de conservação elevado, o que justifica a criação de novas unidades de conservação na região. Estas áreas enquadram-se na categoria de Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), sendo áreas cruciais para a conservação, por possuírem extensões reduzidas, comunidades bióticas únicas — espécies novas, raras e endêmicas — e representam um dos ecossistemas amazônicos mais frágeis e vulneráveis às atividades humanas.

8. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo sobre as campinaranas gramíneo-lenhosas do Maranhão evidenciam a complexidade e a vulnerabilidade desses ecossistemas, que desempenham um papel fundamental na biodiversidade da Amazônia. A ampliação do conhecimento sobre a flora das campinaranas gramíneo-lenhosas e os achados deste trabalho revelam uma rica história de evolução e adaptação a nichos ecológicos específicos, relacionados às condições edáficas, ao isolamento geográfico e à fragmentação dos habitats. Contudo, as ameaças ambientais aceleradas que esses ecossistemas enfrentam comprometem não só a flora, mas também a fauna local, podendo resultar na extinção das espécies. Diante dessa realidade, a preservação das campinaranas gramíneo-lenhosas torna-se urgente e essencial para a manutenção da biodiversidade. A criação de novas unidades de conservação, aliada ao aumento das pesquisas científicas, são estratégias fundamentais para proteger e restaurar esses ecossistemas únicos, garantindo a continuidade dos processos ecológicos que sustentam a vida nesses ambientes.

REFERÊNCIAS

- AB' SABER. A.N. O Domínio Morfoclimático Amazônico. In: Leituras indispensáveis. São Paulo: Ateliê Editorial. 2000.
- ABRAÃO, M. B.; SHEPARD J. R.; Glenn, H.; NELSON, B. W.; BANIWA, J. C.; ANDRELLO, G.; YU, D. W. Baniwa vegetation classification in the white-sand campinarana habitat of the Northwest Amazon. [Nome do periódico ou livro, caso aplicável], [local], v. [volume], n. [número], p. [páginas], ano [2010].
- ABREU, P. N. R. Relação entre as Florestas de Campinaranas e o Processo de Resiliência Ecológica (Amazônia, Brasil). 2023.
- ADENEY, J. M. CHRISTENSEN, N. L., VICENTINI, A., & COHN-HAFT, M. (2016). White-sand ecosystems in Amazonia. *Biotropica*, v. 48, n. 1, p. 7-23, 2016.
- ADENEY, J. M. Remote sensing of fire, flooding, and white sand ecosystems in the Amazon. Tese de Doutorado. Duke University, 2009.
- ALMEIDA, M. R. N.; OLIVEIRA, I.; COSTA, J. G.; SILVA, T. T. S.; SILVA, S. S.; MELO, A. W. F. Ameaças á conservação do ecossistema das Campinaranas no extremo oeste do estado do Acre, p. 12 26. 2022. 289 p.
- ALMEIDA, M. R. N; OLIVEIRA, I., COSTA, J. G., SILVA, T. T. S., SILVA, S. S., MELO, A. W. F. (2022). Ameaças à conservação do ecossistema das campinaranas no extremo oeste do estado do Acre. In: LIESENFELD, Marcus Vinicius de Athaydes et al. (org.). Ciências ambientais na Amazônia. Rio Branco: Stricto Sensu. p. 288.
- ANDERSON, A. B. White-sand vegetation of Brazilian Amazonia. *Biotropica*, p. 199-210, 1981.
- ANDERSON, B. A; PRANCE G. T.; DE ALBUQUERQUE, B. W. P. Estudos sobre a vegetação das Campinas Amazonicas- 111 A vegetação lenhosa da Campina da Reserva Biológica INPA SUFRAMA, *Acta Amazonica*, v. 5, n. 3, p. 225-246, 1975.
- ANDRADE - LIMA, D. de. As viagens aos Campos de Monte Alegre, Pará. *Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Norte*, Belém v.36, p. 99-131, 1959.
- BARBOSA, R. I ; FERREIRA, C. A. C. Biomassa acima do solo de um ecossistema de "campina" em Roraima, norte da Amazônia Brasileira. *Acta Amazônica*, v. 34, n.4, p. 577-586. 2004.
- BARBOSA, R. I. Savanas da Amazônia: emissão de gases do efeito estufa e material particulado pela queima e decomposição da biomassa acima do solo, sem a troca do uso da terra, em Roraima, Brasil. 2001.
- BRAGA. P. I. S. SILVA. S.M.G. BRAGA. J.O.N. BIÓL, K. G. S. N. RABELO. S. L. A vegetação das comunidades da área de influência do projeto Piatam e do gasoduto Coari-Manaus – 2. ed. rev. Manaus: Reggo Edições, 2011. 160p.

BRITO, T. F.; SILVA, R. C.; OLIVEIRA, S. A. V.; SILVEIRA. Complexo vegetacional sobre areia branca: campinaranas do sudoeste da Amazônia, Rio Branco: Edufac, 2017. 93 p.

CAMPOS, P. Pequenas variações na fertilidade em solos oligotróficos melhor explicam a estrutura e composição florística em Campinaranas Florestadas na Amazônia Central. Dissertação (Mestrado) -INPA, Manaus, 2017. 58p.

CAPURCHO, J. M. G.; BORGES, S. H.; CORNÉLIO, C.; VICENTINI, A.; PRATA, E. M. B.; COSTA, F. M.; CAMPOS, P.; SAWAKUCHI, A. O.; RODRIGUES, F.; ZULAR, A.; ALEIXO, A.; BATES, J. M.; RIBAS, C. C. Patterns and processes of diversification in Amazonian white sand ecosystems: insights from birds and plants. In: NEOTROPICAL DIVERSIFICATION: PATTERNS AND PROCESSES. 2020. p. 245-270.

CARDOSO, J. M.; RYLANDS, A. B. & FONSECA, G. A. B. (2005). O destino das áreas de endemismo da Amazônia. *Megadiversidade* 1(1): 125-131.

CARNEIRO FILHO A., SCHWARTZ D., TATUMI S.H., ROSIQUE T. (2002). Amazonian paleodunes provide evidence for drier climate phases during the Late Pleistocene-Holocene. *Quaternary Research*, 58: 205-209.

CARNEIRO FILHO A., TATUMI S.H., YEE M. (2003). Dunas fósseis na Amazônia. *Ciência Hoje*, 32(191): 24-29.

CARVALHO, L. L.; ARAÚJO, E. A.; SOUZA, A. P.; SILVA, Y. D.; FILGUEIRA, V.; ABREU, A. C. F. P.; BRITO, M. B. U. Impactos ambientais em áreas de mineração de areia branca no Vale do Juruá, Amazônia Sul-Occidental. p. 44-55. 2022. 289 p.

CELENTANO, D., MIRANDA, M. V., MENDONÇA, E. N., ROUSSEAU, G. X., MUNIZ, F. H., LOCH, V. D. C., ... & MARTINS, M. B. (2018). Desmatamento, degradação e violência no "Mosaico Gurupi"-A região mais ameaçada da Amazônia. *Estudos avançados*, 32, 315-339.

CELENTANO, D., ROUSSEAU, G. X., MUNIZ, F. H., VAN DEURSEN VARGA, I., MARTINEZ, C., CARNEIRO, M. S., ... & MARTINS, M. B. (2017). Towards zero deforestation and forest restoration in the Amazon region of Maranhão state, Brazil. *Land use policy*, 68, 692-698.

CELENTANO, D., SILLS, E., SALES, M., & VERÍSSIMO, A. (2012). Welfare outcomes and the advance of the deforestation frontier in the Brazilian Amazon. *World Dev.* 40, 850–864.

COOMES D. (1997). Nutrient status of Amazonian caatinga forests in a seasonally dry area: nutrient fluxes in litter fall and analyses of soils. *Canadian Journal of Forest Research* 27 (6): 831–839. <https://doi.org/10.1139/x97-008>

CORONADO, H. E. N., BAKER, T. R., PHILLIPS, O. L., PITMAN, N. C., PENNINGTON, R. T., MARTINEZ, V. R., MONTEAGUDO, A., MOGOLLÓN H., CARDOZO D. N., RÍOS M, GARCÍA-VILLACORTA, R., VALDERRAMA, E., AHUITE, M., HUAMANTUPA, I., DA NEILL, LAURANCE, W. F., NASCIMENTO, H. E. M., ALMEIDA S. S., KILLEEN T.J., ARROYO, L., NÚÑEZ, P. & ALVARADO, L. F. (2009). Multi-scale comparisons of tree composition in Amazonian Terra Firme Forests. *Biogeosciences*, 6: 2719- 2731.

COSTA F.M, TERRA-ARAÚJO M.H, ZARTMAN C.E, FRISCHE C.C, CARVALHO F.A, HOPKINS M.J.G, VIANA P.L, PRATA E.M.B, VICENTINI A. (2019). Islands in a green ocean: geographic endemism and biogeography of the lowland white-sand flora in Central Amazonia. *Biotropica* 00:1–12

COSTA, F.M. (2012). Ilhas de Campinarana na Amazônia Central: A estrutura da paisagem determina a riqueza e a composição de plantas? Tese de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus.

COSTA, F.M., TERRA-ARAÚJO, M.H., ZARTMAN, C.E., CORNELIUS, C., CARVALHO, F.A., HOPKINS, M.J.G., VIANA, P.L., PRATA, E.M.B. & VICENTINI, A. (2020). Islands in a green ocean: Spatially structured endemism in Amazonian white-sand vegetation. *Biotropica* 52(1): 34–45. <https://doi.org/10.1111/btp.12732>

COSTA, J. G.; FEARNSIDE, P. M.; OLIVEIRA, I.; ANDERSON, L. O.; OLIVEIRA, L. E. e CRUZ DE ARAGÃO, M. R. N.; CLEMENTE, F. S.; NASCIMENTO, E. S.; SOUZA, G. D. C.; KARLOKOSKI, A.; MELO, A. W. F. de; ARAÚJO, E. A. de; SOUZA, R. O.; GRAÇA, P. M. L. de A.; SILVA, S. S. Forest Degradation in the Southwest Brazilian Amazon: Impact on Tree Species of Economic Interest and Traditional Use. *Fire*, v. 6, n. 6, p. 234, 2023.

COSTA, J.G., FEARNSIDE, P.M., OLIVEIRA, I., ANDERSON, L.O., ARAGÃO, L.E.O.C., ALMEIDA, R.M.N., CLEMENTE, F.S., NASCIMENTO, E.S., SOUZA, G.C., KARLOKOSKI, A., MELO, A.W.F., ARAÚJO, E.A., SOUZA, R.O., GRAÇA, P.M.L.A. & SILVA, S.S. (2023). Forest degradation in the southwest Brazilian Amazon: Impact on tree species of economic interest and traditional use. *Fire* 234(6): 1–15. <https://doi.org/10.3390/fire6060234>

COUTINHO, L. M. *Biomass brasileiros*. São Paulo. Oficina de Textos, 2016.

CUNHA, T. J.; MENDES, A. M. S.; GIONGO, V. Matéria orgânica do solo. In: NUNES, R. R.; REZENDE, M. O. O. (org.). *Recurso solo: propriedades e usos*. São Carlos: Cubo, 2015. p. 273-293.

DALY, D. C., SILVEIRA, M., MEDEIROS, H., CASTRO, W., & OBERMÜLLER, F. A. (2016). The white-sand vegetation of Acre, Brazil. *Biotropica*, 48(1), 81-89.

DEMARCHI, L. O. Padrões fenológicos e de endemismo da flora das Campinaranas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Uatumã, Amazônia Central. Dissertação de mestrado - Programa de Pós-Graduação em Botânica, INPA - Manaus:[s. l.], 2022. 200 p.

DEMARCHI, L. O., SCUDELLER, V. V., MOURA, L. C., DIAS-TERCEIRO, R. G., LOPES, A., WITTMANN, F. K., PIEDADE, M. T. F. (2018). Floristic composition, structure and soil-vegetation relations in three white-sand soil patches in central Amazonia. *Acta Amazonica*. v. 48, n. 1. 46 – 56 p.

DEMARCHI, L. O., SCUDELLER, V. V., MOURA, L. C., LOPES, A., & PIEDADE, M. T. F. (2019). O impacto madeireiro sobre as campinaranas da Amazônia: perspectivas de uma reserva de desenvolvimento sustentável. *Acta Amazonica*, 49, 316-323.

DEMARCHI, L. O.; KLEIN, V. P.; AGUIAR, D. P. P.; MARINHO, L. C.; FERREIRA, M. J.; LOPES, A.; CRUZ, J.; QUARESMA, A. C.; SCHÖNGART, J.; WITTMANN, F.; PIEDADE, M. T. F. The specialized white-sand flora of the Uatumã Sustainable

Development Reserve, central Amazon, Brazil, Check List, 18 (1): 187–217, 2022.
<https://doi.org/10.15560/18.1.187>.

DEMARCHI, L. O.; KLEIN, V. P.; SCHÖNGART, J.; WITTMANN, F.; PIEDADE, M. T. F. As formações vegetais amazônicas sobre areias brancas: campinaranas. In: JUNK, W. J.; CUNHA, C. N. da (Org.). Inventário das áreas úmidas brasileiras: Distribuição, ecologia, manejo, ameaças e lacunas de conhecimento. 1. ed. Cuiabá-MT: Carlini & Caniato Editorial, 2024. p. 720.

DIAS, D. de M.; PAGOTTO, M. A.; PEREIRA, T. C.; RIBEIRO, A de S. Estrutura arbórea e sazonalidade da cobertura do dossel em vegetação florestada e aberta no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. *Ciência Florestal*, Santa Maria-RS, v. 27, n. 2, p. 719-729, abr./jun. 2017. <https://doi.org/10.5902/1980509827757>

EGLER, W. A. Contribuições ao conhecimento dos campos da Amazônia. I-Os campos do Ariramba. 1960.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema 48 brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Conservação da Biodiversidade do Estado do Maranhão: Cenário Atual em Dados Geoespaciais Embrapa Meio Ambiente Jaguariúna, SP 1ª edição eletrônica 2016. 29p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2018). *Ciência na Amazônia – Brasília*, DF : Embrapa. 45 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo / Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, 1997.

EMBRAPA. Monitoramento por Satélite Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento: Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais / Carlos Cesar Ronquim. – Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010.

EMBRAPA. São luiz do Tapajós: uso do território na Amazônia! Editores Técnicos Otávio do Canto, Adriano Venturieri.-- Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1 ed. 2007. 83 p.

EMBRAPA. SOLOS. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Informação Tecnológica, 2013. 306 p.

FARROÑAY, F. J. P. (2019) Composição florística e estrutura de campinara nas na Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Rio Negro, Amazônia central. Master thesis, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Brazil, 115 pp.

FERREIRA C.A.C. (2009). Análise comparativa de vegetação lenhosa do ecossistema campina na Amazônia brasileira. Tese de Doutorado/Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 300p.

FERREIRA, L. V., CHAVES, P. P., CUNHA, D. D. A., & PAROLIN, P. (2014). Florística e estrutura das campinaranas do baixo Rio Tocantins como subsídio para a criação de novas

unidades de conservação no estado do Pará. Pesquisas botânica, 65, 169-182.

FERREIRA, L. V.; CHAVES, P. P.; CUNHA, D. A.; ROSÁRIO, A. S.; PAROLIN, P. (2013). A extração ilegal de areia como causa do desaparecimento de campinas e campinaranas do estado do Pará, Brasil. Pesquisas - Botânica, São Leopoldo, n. 64, p. 157-173, jan/dez. 2013.

FERREIRA, L. V.; SANTOS, J. U. M. dos; BASTOS, M. de N. do C.; CUNHA, D. A. (2013). Primeira ocorrência de *Drosera cayennensis* Sagot ex Diels (Droseraceae) nas campinas do baixo rio Tocantins, estado do Pará, como subsídio à criação de novas unidades de conservação. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais, Belém, v. 8, n. 2, p. 223-230, maio-ago.

FERREIRA, L.V. (2007). A vegetação da campinaranas do Campo dos Perdidos em São Luiz do Tapajós: subsídios para a criação de uma unidade de conservação. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará, p. 49-67.

FILGUEIRAS, T.S. et al. (1994). Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. Cadernos de Geociências, v. 12, p. 39-43.

Fine P. V. A.; Daly D. C.; Muñoz G. V.; Mesones I.; Cameron K. M. (2005) The contribution of edaphic heterogeneity to the evolution and diversity of Burseraceae trees in the Western Amazon. *Evolution* 59 (7): 1464–1478. <https://doi.org/10.1554/04-745>.

FINE, L.V.; MILLER, Z.J.; MESONES, I.; IRAZUZTA, S.; APPEL, H.M.; STEVENS, M.H.H.; SÄÄKSJÄRVI, I.; SCHULTZ, J.C. ; COLEY, P.D. (2006). The growth-defense trade-off and habitat specialization by plants in Amazonian forests. *Ecology*, v. 87, n. 7, p. 150-162.

FINE, P.V.A.; GARCÍA-VILLACORTA, R.; PITMAN, N.C.A.; MESONES, I.; KEMBEL, S.W. (2010). A Floristic Study of the White-Sand Forests of Peru. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 97: 283–305.

FINE, P.V.A.; MESONES, I. ; COLEY, P.D. (2004). Herbivores Promote Habitat Specialization by Trees in Amazonian Forests. *Science*, v. 305, n. 5684, p. 663-665.

FINE. P. V. A; BRUNA, E. M. Neotropical white-sand forests: Origins, ecology and conservation of a unique rain forest environment. *Biotropica*, v. 48, n. 1, p. 5-6, 2016.

Flora do Brasil. (2024) Flora do Brazil 2020. <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>. Acesso: 14 de outubro de 2024.

FONSECA, M. G., ANDERSON, L. O., ARAI, E., SHIMABUKURO, Y. E., XAUD, H. A. M., XAUD, M. R., MADANI, N., WAGNER, F. H. & ARAGÃO L. E. O. C. (2017). Climatic and Anthropogenic drivers of Northern Amazon Fires during the 2015-2016 El Niño Event. *Ecological Applications* 27: 2514-527.

FRASIER, C.L., ALBERT, V.A., STRUWE, L., (2008). Amazonian lowland, White sand areas as ancestral regions for South American biodiversity: biogeographic and phylogenetic patterns in *Potalia* (Angiospermae: Gentianaceae). *Org. Divers. Evol.* 8, 44-57. FREIRE, L. C. (coord.). (2013). Manual de calagem e adubação do estado do Rio de Janeiro. Brasília: Embrapa. 430 p.

- FREITAS H. A.; PESSEDA, L. C. R.; ARAVENA, R; GOUVEIA, S. E. M.; RIBEIRO, A. S; BOULET, R. (2018). Floresta x Savanas. No passado a Amazônia, CIÊNCIA HOJE • vol. 32 • nº 189. GARCÍA-VILLACORTA RG, DEXTER KG, PENNINGTON T (2016) Amazonian white- sand forests show strong floristic links with surrounding oligotrophic habitats and the Guiana Shield. *Biotropica* 48 (1): 47-57. <https://doi.org/10.1111/btp.12302>
- GBIF (Global Biodiversity Information Facility) (2024) <https://www.gbif.org/>. Accessed on: 2024-8-18.
- GRANDE A, J. R.; HUBER, O., RIINA, R. Plant Diversity and Endemism of the White-Sand Open Vegetation in the Lowlands of the Amazonas State, Venezuela. In: *Psammic Peinobiomes: Nutrient Limited Ecosystems of the Upper Orinoco and Rio Negro Basins*. Cham: Springer International Publishing, 2023. p. 445-518.
- GUEVARA JE, DAMASCO G, BARALOTO C, FINE PVA, PEÑUELA MC, CASTILHO C, VINCENTINI A, CÁRDENAS D, WITTMANN F, TARGHETTA N, PHILLIPS O, STROPP J, AMARAL I, MAAS P, MONTEAGUDO A, JIMENEZ EM, THOMAS R, BRIENEN R, DUQUE A, MAGNUSSON W, FERREIRA CAC, HONORIO E, MATOS FA, AREVALO FR, ENGEL J, PETRONELLI P, VASQUEZ R, STEEGE TER H (2016) Low phylogenetic beta diversity and geographic neo-endemism in Amazonian white-sand forests. *Biotropica*. 48 (1): 34–46. <https://doi.org/10.1111/btp.12298>
- GUIMARÃES, F. S., BUENO, G. T., MENDES, D. D. S. O., DINIZ, A. D., & DE SOUZA, J. B. (2016). Variações ecológicas, fitofisionômicas, edáficas e distribuição das espécies em um gradiente ambiental entre campinarana e campina–Bacia do Rio Demini, AM. *Caderno de Geografia*, 26(1), 98-118.
- GUIMARÃES, F. S.; BUENO, G. T. As campinas e campinaranas amazônicas. *Caderno de Geografia*, v.26, n.45, 2016.
- GUIMARÃES, F. S.; BUENO, G. T.; MENDES, D. de S. O.; NASCIMENTO, N. R. do; DINIZ, A. D.; SOUZA, J. B. de. Dinâmica vegetal e evolução da paisagem no contato entre campinarana e campina sobre Espodossolos – bacia do Rio Demini- AM (Brasil). *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 587-600, jul./set. 2018. <https://doi.org/10.20502/rbg.v19i3.1288>
- GUTERRES, A. V. F., AMORIM, I. F. F., DA SILVA, A. F. C., & DE ALMEIDA JR, E. B. (2020). Levantamento florístico e fisionômico da restinga da praia da Guia, São Luís, Maranhão. *Biodiversidade*, 19(4).
- HEYLIGERS, P. C. Vegetation and soil of a white-sand savanna in Suriname. *Mededelingen van het Botanisch Museum en Herbarium van de Rijksuniversiteit te Utrecht*. v. 191, n. 1, p. 1-148, 1963.
- HIJMANS R (2024). *_terra: Spatial Data Analysis_*. R package version 1.7-71, <<https://CRAN.R-project.org/package=terra>>.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2002. *Plano de Manejo da Estação Ecológica de Anavilhanas*. Brasília-DF. 154p.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2002a. *Roteiro Metodológico de Planejamento*. Parque Nacional, Reserva Biológica, Estação

Ecológica. Disponível <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/roteiroparna.pdf> . Acessado em: 14/03/2024.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico da Vegetação Brasileira, 2012. 271 p.

ICMBio. 2014. Plano de Manejo do Parque Nacional do Viruá. Boa Vista, ICMBio, 626 p.

ICMBio. Plano de Manejo do Parque Nacional de Anavilhanas. Novo Airão/AM 2017. 401 p.

INPE – INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAS. Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélites – sistemas Prodes, Deter, Degrad e Queima das. São José do Campos: INPE, 2017.

JUNK, W.J.; PIEDADE, M.T.F.; SCHÖNGART, J.; COHN-HAFT, M.; ADENEY, J.M.; WITTMANN, F. 2011. A classification of major naturally occurring Amazonian lowland wetlands. *Wetlands*, 31: 623:640.

KASSAMBARA, A., MUNDT, F. (2020). *_factoextra: Extract and Visualize the Results of Multivariate Data Analyses_*. R package version 1.0.7, <<https://CRAN.Rproject.org/package=factoextra>>.

KLEIN, V. P., & PIEDADE, M. T. F. Orchidaceae occurring in white-sand ecosystems of the Uatumã Sustainable Development Reserve in Central Amazon. *Phytotaxa*, 419(2), 113-148. 2019.

KLINGE H, HERRERA R (1983) Phytomass structure of natural plant communities on spodosols in southern Venezuela: The tall Amazon Caatinga forest. *Vegetatio* 53:65–84.

KUNZ, S. H., IVANAUSKAS, N. M., MARTINS, S. V., SILVA, E.; STEFANELLO, D. Análise de similaridade florística entre florestas do Alto Rio Xingu, da Bacia Amazônica e do Planalto Central. *Brazilian Journal of Botany*. 32, 725-736. 2009.

LAURANCE, W. F., 2001. Fragmentation and plant communities: synthesis and implications for landscape management. In: R. O. BIERREGAARD JR., C. GASCON, T. E. LOVEJOY & R. MESQUITA (Eds.): *Lessons from Amazonian: the ecology and conservation of a fragmented forest*: 158-168. Yale University Press, New Haven.

LAURANCE, W.F.; POWELL, G. & HANSEN, L. 2002. A precarious future for Amazonia. *TREE* 17: 251-252.

LEMOS, A.L.F. & SILVA, J.A. Desmatamento na Amazônia Legal: evolução, causas, monitoramento e possibilidades de mitigação através do Fundo Amazônia. *Floresta e Ambiente*, v. 18, n. 1, p. 98-108, 2011.

LISBÔA, P. L. Estudos sobre a vegetação das Campinas Amazônicas-II Observações gerais e revisão bibliográfica sobre as campinas amazônicas de areia branca. *Acta Amazonica*, v. 5, p. 211-223, 1975.

LOPES, A., DEMARCHI, L.O., FRANCO, A.C., FERREIRA, A.B., FERREIRA, C.S., WITTMANN, F., SANTIAGO, I.N., CRUZ, J., SILVA, J.S., SCHÖNGART, J., SOUZA, S.N.G. & PIEDADE, M.T.F. (2021). Predicting the potential distribution of aquatic her

baceous plants in oligotrophic Central Amazonian wetland ecosystems. *Acta Botanica Brasilica* 35(1): 22–36. <https://doi.org/10.1590/0102-33062020abb0188>

LUIZÃO, F. J., LUIZÃO, R. C. C., PROCTOR, J. (2007) Soil acidity and nutrient deficiency in central Amazonian heath forest soils. *Plant Ecology* 192: 209–224. <https://doi.org/10.1007/s11258-007-9317-6>.

MapBiomas Project, 2024, "Collection 9 of the Annual Land Cover and Land Use Maps of Brazil (1985-2023)", <https://doi.org/10.58053/MapBiomas/XXUKA8>, MapBiomas Data, V1.

MARANHÃO. Atlas do Maranhão. Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico/Laboratório de Geoprocessamento- UEMA. 2. ed. São Luís: GEPLAN, 2002. 44 p.

MASSICOTTE P, SOUTH A (2023). *_rnaturalearth: World Map Data from Natural Earth_*. R package version 1.0.1, <<https://CRAN.R-project.org/package=rnaturalearth>>.

MCCUNE, BRUCE; GRACE, JAMES B. *Analysis of ecological communities*. 2002.

MENDONÇA, B. A. F. *Campinaranas Amazônicas: Pedogênese e Relações Solo- Vegetação*. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Solo e Nutrição de Plantas). Minas Gerais, 2011. 122p.

MENDONÇA, B. A. F., FERNANDES FILHO, E. I., SCHAEFER, C. E. G. R., SIMAS, F. N. B., & DE PAULA, M. D. (2015). Os solos das campinaranas na Amazônia brasileira: ecossistemas arenícolas oligotróficos. *Ciência Florestal*. 25(4), 827-839.

MORI, S.A., BERKOVI, A., GRACIE, C.A. & HECKLAU, E.F. (2011) *Tropical plant collecting: from the field to the internet*. Tecc, Florianópolis, 332 pp.

NEPSTAD, D.C., JIPP, P., MOUTINHO, P., NEGREIROS, G. & VIEIRA, S. (1995) Forest recovery following pasture abandonment in Amazonia: canopy seasonality, fire resistance and ants. In: *Evaluating and monitoring the health of large-scale ecosystems*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, pp. 333–349. https://doi.org/10.1007/978-3-642-79464-3_21

NOBRE, C.; ENCALADA, A.; ANDERSON, E.; NEVES, E. G. (2021). *Painel científico para a Amazônia: Relatório de Avaliação da Amazônia 2021: resumo executivo*.

OKSANEN J., SIMPSON G, BLANCHET F, KINDT R, LEGENDRE P, MINCHIN P, O'HARA R, SOLYMOS P, STEVENS M, SZOEC S, WAGNER H, BARBOUR M, BEDWARD M, BOLKER B, BORCARD D, CARVALHO G, CHIRICO M, DE CACERES M, DURAND S, EVANGELISTA H, FITZJOHN R, FRIENDLY M, FURNEAUX B, HANNIGAN G, HILL M, LAHTI L, MCGLINN D, OULLETTE M, RIBEIRO CUNHA E, SMITH T, STIER A, TER BRAAK C, WEEDON J. (2022). *_vegan: Community Ecology Package_*. R package version 2.6-4 <<https://CRAN.R-project.org/package=vegan>>.

OLIVEIRA, A. A., DALY, D. C.; VICENTINI, A.; COHN-HAFT, M. *Florestas sobre areia: campinaranas e igapós*. 2001. 42 p.

OLIVEIRA, A.A. & DALY, D. (Coord.) *Florestas do Rio Negro*. Companhia das Letras, 329p., 2001.

- OLIVEIRA, J.B. *Pedologia Aplicada*. 4. ed. Piracicaba: Fealq, 2011. 592 p.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T., DEXTER, K. G., PENNINGTON, R. T., SIMON, M. F., BUENO, M. L., & NEVES, D. M. (2021). On the floristic identity of Amazonian vegetation types. *Biotropica*, 53(3), 767-777.
- PAROLIN P, WITTMANN F (2010) Struggle in the flood: tree responses to flooding stress in four tropical floodplain systems. *AoB Plants* 2010: Pennington RT, Lehmann CER, Rowland LM (2018) Tropical savannas and dry forests. *Curr Biol* 28: R527–R548
- PAROLIN, P., LUCAS, C., PIEDADE, M. T.; WITTMANN, F. Drought responses of floodtolerant trees in Amazonian floodplains. *Annals of Botany*, v.105, p.129-139. 2010.
- PEBESMA, E. & BIVAND, R. (2023) *Spatial Data Science: With Applications in R*. Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9780429459016>.
- PEBESMA, E. (2018) Simple Features for R: Standardized Support for Spatial Vector Data. *The R Journal* 10 (1): 439–446. <https://doi.org/10.32614/RJ-2018-009>
- PITMAN, N.C.A.; TERBORGH, J.W.; SILMAN, M.R.; NÚÑEZ, P.V.; NEILL, D.A.; CERÓN, C.E., PALÁCIOS, W. A. AULÉSTIA, M. 2001. Dominance and distribution of tree species in upper Amazonian Terra Firme forests. *Ecology*, 82: 2101-2117.
- Plants of the World (2021) <http://www.plantsoftheworldonline.org/>. Accessed on: 2021-3-16.
- PRANCE, G. T. Ilhas na Amazônia. *Transações Filosóficas da Royal Society de Londres. Série B: Ciências Biológicas*. v. 351, n. 1341, pág. 823-833, 1996.
- PRANCE, G. T.; SCHUBART, H. O. R. Nota preliminar sobre a origem das campinas abertas de areia branca do baixo Rio Negro. *Acta Amazônica*, v. 7, p. 567-570, 1977.
- R Core Team. (2024) *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>. (Accessed: 31 January 2024).
- RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. As Principais Fitofisionomias do Bioma Cerrado. Pp. 152-212. In: S.M. Sano; S.P. de Almeida; J.F. Ribeiro (eds.). *Cerrado: ecologia e flora*, v.1. EMBRAPA, Brasília. 2008.
- ROSENZWEIG, M. L. *Species Diversity in Space and Time*. Cambridge University Press, 1995.
- ROSSETTI, Dilce de Fátima et al. Dinâmica sedimentar do Quaternário Superior na Amazônia Ocidental: implicações para a origem dos contrastes vegetação aberta/floresta. *Geomorfologia*. v. 177, pág. 74-92, 2012.
- SCHAEFER C. E. G. R.; LIMA H N.; TEIXEIRA, W. G.; VALE, J. F.; SOUZA, K. W; CORRÊIA, G. R.; MENDONÇA, B. A. F.; AMARAL E. F.; CAMPOS, M. C.C; RUIVO, M. L. P. III-Solos da Região Amazônica. *Pedologia-Solos dos biomas brasileiros*. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; 111-75. 2017.
- SCHAEFER, C. E. G. R. *The Soils of Brazil*. Departamento de Solos Federal University,

Minas Gerais, Brazil, Springer Nature Switzerland, 2023. 491 P.

SILVA, J. M. C., RYLANDS, A. B., & DA FONSECA, G. A. O destino das áreas de endemismo da Amazônia. *Megadiversidade*. v.1. n.1. 2005.

SILVA, M. F. F.; SILVA, J. B. F. & FEILER, J. M. Orchidaceas do Estado do Maranhão, Brasil. *Acta Amazonia*, v. 29, p. 381-393, 1999.

SILVA, R. M. da; MEHLIG, U.; SANTOS, J. U. M. dos; MENEZES, M. P. M. de. The coastal restinga vegetation of Pará, Brazilian Amazon: a synthesis. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 33, n. 4, p. 563-573, out.-dez. 2010.

SILVEIRA, M. Vegetação e flora das campinaranas do sudoeste amazônico (ju-008). Universidade Federal Do Acre, 2003.

SOUSA, D. S; LÓPEZ-ROJAS, J. J; MORATO, E. F. Diversidade e riqueza de invertebrados em áreas de floresta densa, campinarana e campina, no município de Mâncio Lima, Acre. Edufac, 2017. 93 p.

SOUTH A, MICHAEL S, MASSICOTTE P (2024). `_rnaturalearthdata`: World Vector Map. Data from Natural Earth Used in '`rnaturalearth`'. R package version 1.0.0, <<https://CRAN.R-project.org/package=rnaturalearthdata>>.

Specieslink. 2024. SpeciesLink network. <https://specieslink.net/search/> (Accessed: 14 January 2024).

STROPP, J., SLEEN, P. V. D., ASSUNÇÃO, P. A., SILVA, A. L. D., & STEEGE, H. T. (2011). Tree communities of white-sand and terra-firme forests of the upper Rio Negro. *Acta Amazonica*, 41, 521-544.

TABARELLI, M. & C. GASCON, 2005. Lições da pesquisa sobre fragmentação: aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade. *Megadiversidade* 1(1): 181-188.

TAKEUCHI M (1960) A estrutura da vegetação na Amazônia: III– A mata decampina naregião dorio Negro. *Bol. Mus. Paraense —Emilio Goeldi* 8:1–13.

TARGHETTA, N., KESSELMEIER, J. & WITTMANN, F. (2015). Effects of the hydroedaphic gradient on tree species composition and aboveground wood biomass of oligotrophic forest ecosystems in the central Amazon basin. *Folia Geobotanica* 50(3): 185–205. <https://doi.org/10.1007/s12224-015-9225-9> tic links with surrounding oligotrophic habitats and the Guiana Shield. *Biotropica* 48(1): 47–57. <https://doi.org/10.1111/btp.12302>

TER STEEGE, H. et al. An analysis of the floristic composition and diversity of Amazonian forests including those of the Guiana Shield. *Journal of Tropical Ecology*, v. 16, p. 801- 828, 2000.

TerraClass (2024). Desflorestamento da Amazônia Legal e Cerrado. <https://www.terraclass.gov.br/>

THIERS, B. 2024. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>.

(Accessed: 29 January 2024).

Tropicos.org. 2024. Missouri Botanical Garden. <https://tropicos.org> (Acesso: 14 outubro 2024).

TUOMISTO, H., MOULATLET, G. M., BALSLEV, H., EMILIO, T., FIGUEIREDO, F. O., PEDERSEN, D., & RUOKOLAINEN, K. (2016). A compositional turnover zone of biogeographical magnitude within lowland Amazonia. *Journal of Biogeography*, 43(12), 2400-2411. <https://doi.org/10.1111/jbi.12864>

VELOSO, C. A. C., BOTELHO, S. M., RODRIGUES, J. E. L. F., & SILVA, A. R. (2020). Correção da acidez do solo. BRASIL, EC; CRAVO, MS; VIÉGAS, I. de JM, 121-131.

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

VICENTINI A. (2004). A vegetação ao longo de um gradiente edáfico no Parque Nacional do Jaú. In: Borges SH, Iwanaga S, Durigan CC, Pinheiro MR (eds) *Janelas para a biodiversidade no Parque Nacional do Jaú: uma estratégia par ao estudo da biodiversidade na Amazônia*. Fundação Vitória Amazônica/WWF/IBAMA, Manaus, pp 117–143.

WICKHAM H, BRYAN J (2023). `_readxl: Read Excel Files_`. R package version 1.4.3, <<https://CRAN.R-project.org/package=readxl>>.

WICKHAM H. (2016) `ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis`. Springer-Verlag New York. <https://ggplot2.tidyverse.org>.

WICKHAM, H., FRANÇOIS, R., HENRY, L., MÜLLER, K. & VAUGHAN, D. (2023) `dplyr: A Grammar of Data Manipulation`. R package version 1.1.3. <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>.

Wittmann, F., & Junk, W. J. (2016). The Amazon river basin. *The Wetland book II: Distribution, description and conser-vation*, 1-16p.

ZEE. Sumário Executivo do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Maranhão – ZEE: etapa Bioma Amazônico. Paulo Henrique de Aragão Catunda; Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias (organizadores). São Luís: IMESC, 2019.

ANEXO I – *Calea breviflora* (Asteraceae): a new species endemic to white sand ecosystems of easternmost Amazon, Maranhão, Brazil

***Calea breviflora* (Asteraceae): a new species endemic to white sand ecosystems of easternmost Amazon, Maranhão, Brazil**

MIZALENE SILVA DA SILVA^{1,5*}

VINICIUS RESENDE BUENO^{2,6}

ANDRÉ VITO SCATIGNA^{3,7}

LUCAS CARDOSO MARINHO^{1,4,8}

¹*Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas – Botânica Tropical, Universidade Federal Rural da Amazônia/Museu Paraense Emílio Goeldi, Av. Perimetral, 1901, 66077-830, Belém, Pará, Brazil.*

²*Fundação Zoobotânica da Prefeitura de Belo Horizonte, Herbário BHZB, Avenida Otacílio Negrão de Lima, 8000, Pampulha, 31365-450, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.*

³*Universidade Federal do Maranhão, Centro de Ciências de Chapadinha, BR-222, km 4, s/n, Boa Vista, 65500-000, Chapadinha, Maranhão, Brazil.*

⁴*Universidade Federal do Maranhão, Departamento de Biologia, Avenida dos Portugueses 1966, Bacanga 65080-805, São Luís, Maranhão, Brazil.*

⁵mizalenesilva20@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0002-3516-6820>

⁶vrbueno@outlook.com; vrbueno@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-9834-1951>

⁷andrescatigna@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-8874-2206>

⁸lc.marinho@ufma.br; <https://orcid.org/0000-0003-1263-3414>

**Author for correspondence*

Running title: *Calea breviflora*, a new species from Amazon

Abstract

During field expeditions on white sand patches in northwestern Maranhão, Brazil, we found specimens of *Calea* characterized by minute florets and pappuses, common to *Calea divaricata* clade species. After thorough analysis, we concluded that those specimens represent a new species, which is described here as *Calea breviflora*. Description, distribution map, illustrations, taxonomic comments, information on the habitat and a preliminary conservation assessment are provided. Moreover, we present an identification key for the *Calea divaricata* clade species.

Keywords: Biodiversity, campinarana, taxonomy, white sand soil

Resumo

Durante expedições de campo em manchas de areia branca no noroeste do Maranhão, Brasil, encontramos exemplares de *Calea* caracterizados por minúsculas flores e pappus, características comuns nas espécies do clado *Calea divaricata*. Após análise minuciosa, concluímos que esses espécimes representam uma espécie nova, aqui descrita como *Calea breviflora*. São fornecidos descrição, mapa de distribuição, ilustrações, comentários taxonômicos, uma breve descrição do habitat e uma avaliação preliminar de conservação. Além disso, apresentamos uma chave de identificação para as espécies do clado *Calea divaricata*.

Palavras-chave: Biodiversidade, campinarana, taxonomia, solo de areia branca

Introduction

Asteraceae exhibit remarkable ecological diversity, with representatives in almost all types of habitats on the planet (Funk *et al.* 2005). With approximately 30,000 species distributed in more than 1,620 genera (Mendel *et al.* 2019), this family is organized into 16 subfamilies and 50 tribes (Susanna *et al.* 2020). Among these tribes, Neurolaeneae comprise 187 species and six genera, of which *Calea* Linnaeus (1763: 1179) is the most species rich, with 159 species (Pruski 2023). Although Pruski (2023) subdivided *Calea* in six different genera based on morphological data, here we will follow the broader phylogeny-based circumscription proposed by Bueno *et al.* (in press).

In Brazil, *Calea* is represented by 93 species, of which 61 are endemic (Flora e Funga do Brasil 2024). Representatives of *Calea* are characterized by being herbs or shrubs, with leaves usually opposite (occasionally alternate), capitulum radiated (sometimes discoid), solitary or arranged in paniculiform or corymbiform inflorescences, with involucre composed of 3 to 8 series of phyllaries, and pappuses composed of 4 to 345 scales (Bueno 2023).

Although *Calea* can be found in all Brazilian phytogeographic domains, it is less represented in Amazon (nine spp.) than in the Cerrado (69 spp.) and Atlantic Forest (20 spp.) (Flora e Funga do Brasil 2024), which are the main domains of occurrence of *Calea*. However, there are several vegetation types within Amazon that are unexplored and that have unique floristic and abiotic characteristics. Among those, the white sand ecosystems (WSE) stand out for their oligotrophic soils composed mainly of white sand, interspersed with clayey soils where hydromorphic podzol is predominant (Oliveira & Daly 2001, Adeney *et al.* 2016).

In WSE, species composition varies in different regions where they occur, mainly due to the origins and variation in soil fertility, seasonal cycles and variations in groundwater levels (Adeney *et al.* 2016, Fine & Bruna 2016), leading to a high endemism and relatively low species richness (Ter Steege *et al.* 2000; Demarchi *et al.* 2022). These abiotic factors also influence the vegetation, which is often dominated by trees with sclerophyllous features, including narrow trunks, small crowns and few branches (Oliveira & Daly 2001). There are also transition zones with open habitats dominated by shrubs, and areas with a dense herbaceous layer (Oliveira & Daly 2001, Adeney *et al.* 2016).

In the most recent review of the distribution of WSE (Adeney *et al.* 2016), the large white sand patches in the easternmost Amazon, located in northwestern Maranhão, Brazil, were not mapped (see Fig. 1 in Adeney *et al.* 2016). To characterize these areas, we conducted botanical expeditions in which we found specimens of *Calea* characterized by minute florets and pappuses, features common among species of the *Calea divaricata* clade (*sensu* Bueno *et al.* in press). After thorough analysis, we concluded that those specimens represent a new species, which we describe here. Additionally, we provide illustrations, photographs, a distribution map, taxonomic comments, brief description of the habitat and a preliminary conservation status assessment. Furthermore, we provide an identification key for the *Calea divaricata* clade species.

Materials and methods

Specimens were collected and herborized following Mori *et al.* (2011) and housed at SLUI. We searched for possible additional records in BHCN, BHZB, BLA, BM, BRIT, CCAA, CEN, CESJ, DIAM, ECT, EFC, ESAL, FLOR, FUEL, FURB, G, HAS, HBR, HDJF, HEPH, HUCCS, HUFSSJ, HUFU, IBGE, ICN, K, MAR, MBM, MO, NYBG, P, PACA, PAMG, PEL, R, RB, RFA, SJRP, SMDB, SP, SPF, SPSF, UB, UEC, UFG, UPCB, US, VIC) or based on high-definition images hosted online of 23 herbaria (ALCB, B, CRI, CTBS, F, FCAB, FPS, GH, HUCP, HUEFS, HURB, HVASF, IPA, JOI, L, LY, MBML, MG, S, U, UEPG, UNIP, UNOP; acronyms according to Thiers, 2024). Several online herbarium databases were consulted, including the following: C. V. Starr Herbarium Virtual (2024), Jstor Global Plants (2024), Re flora (2024), Smithsonian Virtual Herbarium (2024), SpeciesLink (2024) and Tropicos (2024).

The general morphological terminology follows Hickey (1973), Ellis *et al.* (2009) and Beentje (2016). The specialized terminology on Asteraceae follows Funk *et al.* (2009) and the *Calea*-specific terminology about receptacle and pappus follows Bueno *et al.* (2022) and Bueno & Heiden (2022a), respectively. Morphological descriptions were based on vegetative and reproductive material from herbarium specimens, using a stereomicroscope to perform measurements with a caliper rule. Vegetative structures were described from dried material, whereas reproductive structures were described after rehydration, immersing the structure in warm water (ca. 80°C) for about one minute. Measurement outliers were based on calculation of medians, quartiles, and interquartile deviations. “Rarely” is used for characters that occur in up to 10% of the specimens studied, “sometimes” is utilized for characters that occur between >10% and 25% of the specimens studied, “often” is adopted for characters that occur between >25% and 40% of the specimens analyzed. “Or” is applied for characters that occur between 40% and 60% of the studied specimens.

The distribution map was prepared in the R Core Team program (2023), using the Geobr (Pereira & Goncalves 2023), ggplot2 (Wickham 2016), sf (Pebesma 2018; Pebesma & Bivand 2023) and dplyr (Wickham 2023) packages, and based on coordinates present on specimens’ labels. For the suggested assessment of the threat state, we followed the criteria adopted by the IUCN (2012) following the IUCN guidelines (2022). For the suggested vernacular name, we followed the recommendations

proposed by Marinho & Scatigna (2022).

Taxonomic treatment

Calea breviflora V.R.Bueno & M.S.Silva, sp. nov.—Type: Brazil. Maranhão: Boa Vista do Gurupi, 1°42'6"S, 46°05'41"W, elev. 5 m a.s.l., 11 May 2023 (fl., fr.), *M. S. da Silva, A. V. Scatigna, A. L. Garcia & M. Salazar-Ferreira 133* (holotype: SLUI!; isotypes: BHZB!; HUFU!; MAR!; MG!; RB!) (Figs 1–2).

Diagnosis.—*Calea breviflora* is morphologically similar to *Calea caleoides* (de Candolle 1838: 294) Robinson (1975: 428), but is distinguishable by the shorter petiole 0.6–0.7 mm long (vs. 1.3–4.2 mm), second series of phyllaries with apex foliaceous (vs. scarious), 7–14 disc florets per capitulum (vs. 18–20 per capitulum), and cypselae 1.8–3 mm long (vs. 3.25–3.5 mm).

Shrubby habit, erect, branched, 0.7–1.2 m tall. Stems castaneous, cylindrical, striate, densely strigose, eglandular, internodes 1.1–6.7 (–9.6) cm long. Leaves aromatic, scent resembles mint, decussate; petioles 0.9–2.45 mm long; blades chartaceous, green, discolorous, 0.6–3.1 × 0.2–1 (–1.9) cm, lanceolate, sometimes narrowly ovate, rarely ovate, base attenuate, apex acute, venation acrodromous basal, margin entire, strongly revolute; abaxial surface pilose to hirsute, veins densely pilose, densely glandular-punctate, adaxial surface strigilose, eglandular. Capitulescence cymose, branching to 2nd order ramification, 2 secondary stems; peduncle 0.3–2.53 (4.2) cm long, pilose, eglandular. Capitulum heterogamous, radiate, involucre cylindrical, 4.2–6.9 × 4.6–6.95 mm, 6-seriate; phyllaries conspicuously widely striate, two outermost series scarious with apex foliaceous, olivaceous, apex obtuse to rounded, margin entire, flat; first series blades 2–3.2 × 1.3–2.4 mm, ovate or widely oblong, sometimes oblong or very widely oblong or narrowly ovate or widely ovate, densely strigose, glandular-punctate, margin ciliate, 3–5-striate; second series blades 2–2.92 (–3.3) × 1.6–2.7 mm, wide ovate, often ovate, sometimes very wide ovate, apex sparsely strigose, glandular-punctate, ciliate, 4–7-striate; innermost series scarious, yellowish green to pale yellow, third series blades 2.4–4 × 2.2–3.15 mm, ovate to widely ovate, apex rounded, sparsely strigose, punctate, ciliate, 5–7-striate; fourth series blades 3.5–5.7 × 2–3.6 mm, narrowly obovate to obovate or narrowly ovate to ovate, rarely widely ovate, apex rounded, glabrous, ciliate, 5–7-striate; fifth series blades 4.2–5.7 × 1.2–3.6

mm, obovate to narrow obovate, often wide oblanceolate to oblanceolate, apex rounded to obtuse, glabrous, ciliate, 6–8-striate; sixth series blades 4.1–5.7 × 1.1–2.6 mm, oblanceolate, apex rounded to obtuse, glabrous, 5–6-striate. Receptacle epaleaceous. Ray florets 3–7, pistillate, corolla liguliform, 3.2–4.3 mm long, tubes 1–1.8 mm long, limbs 2–3.9 × 1.1–1.95 mm, widely oblanceolate to oblong, apex 3–4-lobulate, 2–5-veined, yellow, abaxial surface densely glandular-punctate, adaxial surface glabrous; style arms 0.8–1 mm long, yellow. Disc florets 7–14, bisexual, corolla tubulose, 2.45–3 (–4.1) mm long, tubes 0.6–1 mm long, lobes 0.7–1 mm long, yellow, sparsely glandular-punctate; anthers 1–1.2 mm long, yellow, apical anther appendages ovate; style arms 0.8–1 mm long, linear, yellow. Cypselae 1.8–3 mm long, black, cylindrical, glabrous to sparsely strigilose in apex, ribs glabrous to sparsely strigilose in apex, ray cypselae 3-angled, disc cypselae 4-angled; pappus 12–14 scales, monotypic, monolength, free, uniseriate, scales 1–1.3 mm long, oblong or oblanceolate, apex obtuse, margins entire, erose.

Additional specimen examined (Paratypes).— BRAZIL. Maranhão: Boa Vista do Gurupi, 1°41'59"S, 46°05'47"W, 5 m a.s.l., 11 May 2023 (fl., fr.), *M. S. da Silva et al. 149* (SLUI!); *ibid.* 1°40'57"S, 46°05'49"W, 5 m a.s.l., 15 October 2023 (fl., fr.), *M. S. da Silva et al. 321* (HUFU!, SLUI!, TEPB!). Carutapera, 1°32'15"S, 46°06'48"W, 5 m a.s.l., 10 May 2023 (fl., fr.), *M. S. da Silva et al. 128* (INPA!, SLUI!); *ibid.* 1°33'16.0"S, 46°05'44.0"W, 5 m a.s.l., 14 October 2023 (fl., fr.), *M. S. da Silva et al. 279* (CEN!, SLUI!, UB!). Mun. Carutapera, 01°33'16"S 46°05'44"W, 5 m a.s.l., 05.III.2024, fl., *L.C. Marinho et al. 2130* (HUEFS!, HURB!, LAG!, MAR!, RB!).

Distribution, habitat and phenology.— *Calea breviflora* was found in two locations, ca. 19 km apart, in Carutapera and Boa Vista do Gurupi municipalities, Maranhão, Brazil (Fig. 3). Plants grow in white sand ecosystems, characterized by oligotrophic sandy soils at elevations of 5 m a.s.l. Specimens were collected with florets and fruits in May and October.

Preliminary conservation status assessment.— *Calea breviflora* is known from only two subpopulations, ca. 19 km apart from each other, in the northwestern portion of Maranhão, which

corresponds to the easternmost portion of the Amazon domain. This region is considered part of the Deforestation Arc, where intense activity of livestock grazing and plantation advances towards the forest and promotes the highest rates of deforestation of the Amazon (Nepstad *et al.* 1995). None of these known subpopulations are included in a protected area and, according to the IUCN criteria (2012) B1ab (i, ii, iii, iv) and B2ab (i, ii, iii, iv), the species is assessed as Critically Endangered (CR). Also, the species is known from only two localities with a continued decline of the habitat quality mainly due to cattle grazing and sand extraction.

Etymology.—The epithet “*breviflora*” is the combination of the latinized terms “brevis”, which means short, and “flora” - floret. This epithet was chosen to refer to the unusual short length of the florets in *Calea breviflora*, which is among the five *Calea* species with the smallest ray florets, and among the two *Calea* species with the shortest disc florets.

Suggested vernacular name. — *Calea* species are commonly called “margarida-amarela”, in Portuguese (*yellow daisy*, free translation), due to their generally yellow inflorescence and in reference to their common similarity to all daisies. We suggest here, for *C. breviflora*, the vernacular name “margaridinha-da-campina” (*little daisy of campina*, free translation), in reference to the florets' size and the white sand ecosystem where it was collected.

Notes.— The Brazilian species that is most similar to *Calea breviflora* is *C. candolleana* (Gardner 1848: 414) Baker (1886: 256), due to the herbaceous habit, phyllaries, and the short pappus scales. These shared morphological characteristics justify that *C. breviflora* belongs to the *C.* sect. *Candolleana* (sensu Bueno *et al.* in press). *Calea breviflora* diverges from *C. candolleana* by the petiole 0.9–2.45 mm long (vs. 3.6–4.2 mm), lanceolate or ovate leaf blade (vs. elliptic), abaxial leaf surface pilose to hirsute (vs. strigose), cylindrical involucre (vs. campanulate), involucre 4.6–6.95 mm wide (vs. 7.3–10.4 mm), ray floret corolla 3.2–4.3 mm long (vs. 6–12.6 mm), disc floret tube 0.6–1 mm long (vs. 1.4–2 mm), and pappus scales 1–1.3 mm long (0.2–0.3 mm).

Calea divaricata clade is characterized by the herbaceous habit, narrower leaves than 2 cm, no more than seven ray florets per capitula, and pappus scales smaller than cypselae – the new species

matches with these characters.

Inserted in this clade, *Calea caleoides* (de Candolle 1838: 294) Robinson (1975: 428) is the most similar to *Calea breviflora*, due to the narrow leaf blades (< 2 mm wide), involucre < 7 mm (long and wide), ray florets and disc florets < 5 mm long, and cylindrical cypselae. Another morphological trait shared is the epaleaceous receptacle. *Calea caleoides* is historically considered an epaleaceous species (de Candolle 1838; Robinson 1975), however VRB studied in person specimens from the US herbaria and found 1-paleae receptacle, which can be classified as pauperpaleaceous (Bueno et al. 2022), which may indicate that this character needs to be better examined in the genus. *Calea breviflora* can be distinguished from *C. caleoides* by the petiole 0.6–0.7 mm long (vs. 1.3–4.2 mm), second series of phyllaries with apex foliaceous (vs. scarious), 7–14 disc florets per capitulum (vs. 18–20 per capitulum), and cypselae 1.8–3 mm long (vs. 3.25–3.5 mm).

Calea breviflora is the first Brazilian species of this *C. divaricata* clade, its geographic distribution (in northern Brazil) can provide important information to biogeographically explain the relationship between this clade and *C. sect. Candolleana* (sensu Bueno *et al.* in press) which only includes species endemic to Brazil occurring in the center-west and northeast (Bueno *et al.* in press). A first identification key for *C. divaricata* clade is provided below.

Key to the species of *Calea divaricata* clade

1. Leaf apex rounded or obtuse, adaxial leaf surface glandular-punctate; ray florets corolla 7–8 mm *C. divaricata*
- 1' Leaf apex acute, adaxial leaf surface eglandular; ray florets corolla 2.8–4.3 mm 2
2. Petiole 0.6–0.7 mm long; 7–14 disc florets per capitulum; cypselae 1.8–3 mm long *C. breviflora*
- 2' Petiole 1.3–4.2 mm long; 18–20 disc florets per capitulum; cypselae 3.25–3.5 mm long *C. caleoides*

Selected material examined for the identification key.— *Calea caleoides* - Guyana. Potaro-Siparuni: Compton Davis base camp, Potaro R., 05°19'36"N, 59°15'08"W, 17 March 2000 (fl., fr.), *C.*

L. Kellogg et al. 1395 (US!). Calea candolleana - Brazil. Goiás: Mossâmedes, Serra Dourada, 06 March 1985 (fl., fr.), *G. Hashimoto 20989 (SP!). Calea divaricata* - Venezuela. Bolivar: Roscio, amplias sabanas ubicadas aprox. 30 km al NNE de San Ignacio de Yuruani y aprox. 10 km al N del “Paso Pacheco”, al E de la carretera Kamá-Yuruani, 05°14'N, 61°05'W, 3 March 1984 (fl., fr.), *O. Huber & G. Febres 9202 (US!).*

Acknowledgements

Funding for this research was provided by the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) through the (Edital Universal, 436283/2018-2, 402943/2021-0 and 404619/2023-1), a Master Degree fellowship to MSS (130392/2023-5) and a PhD fellowship to VRB (141645/2018-0). VRB thanks to CAPES/PROAP for research support, the Society of Systematic Biologists for funding the 2021 Mini-ARTS Award, the International Association for Plant Taxonomy Research Grants 2021, and the Department of Botany at the National Museum of Natural History for funding the 2020 Harold E. Robinson and Vicki A. Funk Award. VRB is also grateful for the scholarship granted by VALE through a partnership with Fundep (UFMG Research Development Foundation) and the Fundação de Parques e Zoobotânica (Parks and Zoobotany Foundation). AVS thanks CNPq (301691/2021-5) for the researcher fellowship and FAPEMA (PDCTR-00123/20) for financial support. Special thanks to all the staff at the HUFU and SLUI herbaria for the infrastructure provided to carry out the analyzes in this article; and to the US and SP herbaria staff for their receptivity and readiness to collaborate.

Literature cited

- Adeney, J.M., Christensen, N.L., Vicentini, A. & Cohn-Haft, M. (2016) White-sand ecosystems in Amazonia. *Biotropica* 48: 7–23. <https://doi.org/10.1111/btp.12293>
- Baker, J.G. (1884) Compositae: Helianthoideae. *In*: Martius, C.F.P. & Eichler, A.W. (Eds.), *Flora Brasiliensis* vol. 6. Oldenbrough, Munchen and Leipzig, pp. 251–258.
- Baker, J.G. (1886) Compositae IV. *In*: Martius, C.F.P. & Eichler, A.G. (Eds.) *Flora Brasiliensis* vol. 6. Oldenbrough, Munchen and Leipzig, pp. 137–412. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.454>

- Barroso, G.M. (1975) De Compositarum Novitatibus. *Sellowia* 26: 102–118.
http://aplicacoes.jbrj.gov.br/divulga/gmb/PIT_1965_12_31.pdf
- Beentje, H. (2016) *The Kew Plant Glossary an Illustrated Dictionary of Plant Terms*. Kew Publishing, Richmond, 192 pp.
- Bentham, G. (1840). Schomburgk's Guyana Plants. In: Hooker, W.J. (Ed.) *Journal of Botany, being a second series of the Botanical Miscellany* vol. 2. Longman, Orme & CO., William Pamplin, London, pp. 38–103.
- Bueno, V.R. & Heiden, G. (2021) *Calea funkiana* (Compositae, Neurolaeneae), a new species endemic from Serra do Cipó, Minas Gerais, Brazil. *Systematic Botany* 46: 470–475.
<https://doi.org/10.1600/036364421X16231782047497>
- Bueno, V.R. & Heiden, G. (2022a) Novelties in *Calea* sect. *Meyeria* (Asteraceae, Neurolaeneae) from Brazil. *Systematic Botany* 47: 575–585. <https://doi.org/10.1600/036364422X16512564801632>
- Bueno, V.R. & Heiden, G. (2022b) *Calea sessilifolia* (Asteraceae, Neurolaeneae), an unusual new species from the Diamantina Plateau, Minas Gerais, Brazil. *Systematic Botany* 47: 586–592.
<https://doi.org/10.1600/036364422X16512564801687>
- Bueno, V.R., Gostel, M.R. & Heiden, G. (2021) An overview of Neurolaeneae (Compositae). *Capitulum* 1: 36–43. <https://doi.org/10.53875/capitulum.01.1.03>
- Bueno, V.R., Gostel, M.R. & Heiden, G. (2022) *Calea repanda* (Asteraceae, Neurolaeneae), a new species of *Calea* and new taxonomic implications for the genus. *Phytotaxa* 544: 280–288.
<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.544.3.2>
- Bueno, V.R., Gostel, M.R. & Heiden, G. (2023c) The spiraling story of *Tyleropappus* and a new name for *Calea* (Asteraceae: Neurolaeneae) from Venezuela. *Phytotaxa* 622: 1–24.
<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.622.1.5>
- Bueno, V.R., Cassol, A.P.V., Leroy, C.J., M.L. Bueno & Heiden, G. (2023a) Two noteworthy *Calea* (Asteraceae: Neurolaeneae) from contact areas of the Atlantic Forest and Cerrado of Brazil. *Phytotaxa* 579: 143–288. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.579.3.1>
- Bueno, V.R., Cassol, A.P.V., Leroy, C.J., Bueno, M.L. & Heiden, G. (2023b) *Calea* × *crassa* (Neurolaeneae: Asteraceae), a new nothospecies from Paraná state, Brazil. *Phytotaxa* 618: 133–148.

<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.618.2.3>

Bueno, V.R., Reis-Silva, G.A., Nakajima, J.N., Gostel M.R. & Heiden, G. (in press) The first phylogeny and a novel circumscription and classification for Neurolaeneae (Asteraceae). *Taxon* (in press).

C.V. Starr Virtual Herbarium. (2024) *New York Botanical Garden*. Available from:

<http://sweetgum.nybg.org/science/vh/> (accessed 29 August 2024).

De Candolle, A.P. (1838) *Mantissa Compositarum*. In: Candolle, A.P. (Ed.) *Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis* vol. 7. Treutell and Wurtz, Paris, pp. 263–308.

<https://doi.org/10.5962/bhl.title.286>

Diaz-Piedrahita, S. & Rodríguez-Cabeza, B.V. (2012) Novedades em Asteráceas Colombianas II. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 36: 501–515.

https://www.accefyn.com/revista/Vol_36/141/501-515.pdf

Ellis, B., Daly, D.C., Hickey, L.J., Johnson, K.R., Mitchell, J.D., Wilf, P. & Wing, S.L. (2009) *Manual of Leaf Architecture*. The New York Botanical Garden Press, New York, 190 pp.

Fine, P.V.A. & Bruna, E.M. (2016) Neotropical white-sand forests: Origins, ecology and conservation of a unique rain forest environment. *Biotropica* 48 (1): 5–6. <https://doi.org/10.1111/btp.12305>

Flora e Funga do Brasil. (2024) *Jardim Botânico do Rio de Janeiro*. Available from:

<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> (accessed 29 January 2024).

Funk, V.A., Susanna, A., Stuessy, T.F., & Robinson, H. (2009) *Systematics, Evolution and Biogeography of Compositae*. International Association for Plant Taxonomy, Vienna, 1001 pp.

Funk, V.A., Bayer, R.J., Keeley, S., Chan, R., Watson, L.I.N.D.A., Gemeinholzer, B., Schilling, E., Panero, J.L., Baldwin, B.G., Garcia-Jacas, N., Susanna, A. & Jansen, R.K. (2005) Everywhere but Antarctica: using a supertree to understand the diversity and distribution of the Compositae. *Biologiske Skrifter*. 55: 343–373. <https://repository.si.edu/handle/10088/11397>

Gardner, G. (1948) Contributions to a Flora of Brazil. *The London Journal of Botany*. 7: 395–442.

Hickey, L.J. (1973) Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. *American Journal of Botany* 60: 17–33. <https://doi.org/10.2307/2441319>

IUCN. (2012) *IUCN Red List categories and criteria*. Version 3.1. Ed. 2. Prepared by the IUCN Species Survival Commission. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN.

- IUCN. (2022) *Guidelines for using the IUCN Red List categories and criteria*. Version 15.1. Prepared by the Standards and Petitions Committee. Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN.
- Jstor. (2024, continuously updated). JSTOR Global Plants. Available from: [https:// plants.jstor.org/](https://plants.jstor.org/) (accessed 25 February, 2024).
- Linnaeus, C. (1763) *Species plantarum*, ed. 2, vol. 2. L. Salvius, Stockholm, 1684 pp.
<https://doi.org/10.5962/bhl.title.11179>
- Malme, G.O.A. (1933) Compositae paranenses. *Kongliga Svenska Vetenskaps Academiens Handlingar* 12(2): 1–122.
- Mandel, J.R., Dikow, R.B., Siniscalchi, C.M., Thapa, R., Watson, L.E. & Funk, V.A. (2019) A fully resolved backbone phylogeny reveals numerous dispersals and explosive diversifications throughout the history of Asteraceae. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 116: 14083–14088.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1903871116>
- Marinho, L.C. & Scatigna, A.V. (2022) A good practice: Why we should suggest vernacular names for new plant species. *Bionomina* 31: 108–114. <https://doi.org/10.11646/bionomina.31.1.7>
- Mori, S.A., Berkovi, A., Gracie, C.A. & Hecklau, E.F. (2011) *Tropical plant collecting: from the field to the internet*. Tecc, Florianópolis, 332 pp.
- Nepstad, D.C., Jipp, P., Moutinho, P., Negreiros, G. & Vieira, S. (1995) Forest recovery following pasture abandonment in Amazonia: canopy seasonality, fire resistance and ants. *In: Evaluating and monitoring the health of large-scale ecosystems*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, pp. 333–349.
- Oliveira, A.A. & Daly, D. (2001) Florestas do Rio Negro. Companhia das Letras, São Paulo.
- Panero, J.L. 2007. Tribe Heliantheae Cass. *In: Kadereit, J.K. & Jeffrey, C. (Eds.) The Families and Genera of Vascular Plants* vol. 8. Springer, Berlin, pp. 440–477.
- Pebesma, E. & Bivand, R. (2023) Spatial data science: with applications in R. Chapman and Hall/CRC.
<https://doi.org/10.1201/9780429459016>
- Pebesma, E. (2018) Simple Features for R: Standardized Support for Spatial Vector Data. *The R Journal* 10: 439–446. <https://doi.org/10.32614/RJ-2018-009>
- Pereira, R. & Goncalves, C. (2023) geobr: Download Official Spatial Data Sets of Brazil. R package version 1.8.1. Available from: <https://CRAN.R-project.org/package=geobr>.

- Pozo, P. & Hind, D.J.N. (2013) A new species of *Calea* sect. *Meyeria* (Compositae: Heliantheae: Neurolaeninae). *Calea woodi*, from Santa Cruz, Bolivia. *Kew Bulletin* 68: 1–5.
<https://doi.org/10.1007/s12225-013-9463-z>
- Pruski, J.F & Hind, D.J.N. (1998) Two new species of *Calea* (Compositae: Heliantheae) from Serra do Grão Mogol and Vicinity, Minas Gerais, Brazil. *Kew Bulletin* 53: 695–701. <https://doi.org/10.2307/4110488>
- Pruski, J.F & Robinson, H.E. (2018) Asteraceae. *In*: Davidse, G., Sánchez, M.S., Knapp, S. & Cabrera, F.C. (Eds.) *Flora Mesoamericana* vol. 5(2). *Missouri Botanical Garden, Saint Louis*, 608 pp.
- Pruski, J.F & Urbatsch, L.E. (1983) *Calea bucamangensis* (Asteraceae), a new species from the Colombian Andes. *Systematic Botany* 8: 93–95. <https://doi.org/10.2307/2418567>
- Pruski, J.F & Urbatsch, L.E. (1987) *Calea dalyi* (Compositae: Heliantheae), a new species from the Serranía de Santiago, Bolivia. *Brittonia* 39: 201–204. <https://doi.org/10.2307/2807375>
- Pruski, J.F & Urbatsch, L.E. (1988) Five new species of *Calea* (Compositae: Heliantheae) from Planaltine Brazil. *Brittonia* 40: 341–356. <https://doi.org/10.2307/2807644>
- Pruski, J.F. (1984) *Calea brittoniana* and *Calea kristinia*: two new Compositae from Brazil. *Brittonia* 36: 98–103. <https://doi.org/10.2307/2806617>
- Pruski, J.F. (1997) *Calea* L. *In*: Steyermark, J.A., Berry, P.E. & Holst, B.K. (Eds.) *Flora of the Venezuelan Guayana* vol. 3. Missouri Botanical Garden, St. Louis, pp. 221–236.
- Pruski, J.F. (1998) Novelties in *Calea* (Compositae: Heliantheae) from South America. *Kew Bulletin* 53: 683–693. <https://doi.org/10.2307/4110487>
- Pruski, J.F. (2005) Studies of Neotropical Compositae–I. Novelties in *Calea*, *Clibadium*, *Conyza*, *Llerasia*, and *Pluchea*. *Sida* 21: 2023–2037.
- Pruski, J.F. (2011) Compositae of the Guayana Highland–XIV. Four new species of *Calea* (Neurolaeneae) from Tepui summits in Venezuela. *Phytoneuron* 52: 1–9.
- Pruski, J.F. (2013) Studies of Neotropical Compositae–IX. Four new species of *Calea* (Neurolaeneae) from Bolivia, Brazil and Paraguay. *Phytoneuron* 72: 1–4.
- Pruski, J.F. (2023) The new genera *Lacenathos*, *Podocalea*, *Tepuipappus*, the resurrected genera *Lemmatium*, *Meyeria*, *Tonalanthus* and other novelties in the *Calea* Alliance I. *Phytoneuron* 42: 1–171.
- R Core Team. (2023) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical

- Computing, Vienna, Austria. Available from: <https://www.R-project.org/>. (accessed 31 January 2024).
- Reis-Silva, G.A. & Nakajima, J.N. (2020) A new species of *Calea* (Neurolaeneae, Asteraceae) from the Espinhaço Range, Minas Gerais, Brazil. *Phytotaxa* 432 (2): 199–205.
<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.432.2.9>
- Reis-Silva, G.A. (2019) The genera *Calea* L. (Neurolaeneae, Asteraceae) in Minas Gerais. *Brazil*. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 181 pp.
- Reis-Silva, G.A., Silva, G.H.L., Roque, N. & Bueno, V.R. *Calea*. In: *Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Available from: <https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB103751> (accessed 18 January 2024).
- Reis-Silva, G.A & Nakajima, J.N. (2021) A new species of *Calea* (Neurolaeneae, Asteraceae) from the Atlantic Forest, Minas Gerais, southeastern Brazil. *Phytotaxa* 490: 129–136.
<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.494.1.9>
- Robinson, H. (1975) Studies in the Heliantheae (Asteraceae). VI. Additions to the genus *Calea*. *Phytologia* 32: 426–430.
- Robinson, H. (1975) Studies in the Heliantheae (Asteraceae). VI. Additions to the genus *Calea*. *Phytologia* 32: 426–431.
- Robinson, H. (1979) Studies in the Heliantheae (Asteraceae). XIX. Four new species of *Calea* from Brasil. *Phytologia* 44: 270–276.
- Roque, N. & Carvalho, V.C. (2011) Estudos taxonômicos do gênero *Calea* (Asteraceae, Neurolaeneae) no estado da Bahia, Brasil. *Rodriguésia* 62: 547–561. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201162308>
- Silva, G.H.L & Teles, A.M. (2018) *Calea* (Asteraceae, Neurolaeneae) no estado de Goiás, Brasil. *Rodriguésia* 69: 1851–1875. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201869422>
- Silva, G. H. L. (2016) Estudos taxonômicos do gênero *Calea* L. (Asteraceae: Neurolaeneae) na região Centro-Oeste do Brasil. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 165 pp.
- Silva, G.H.L., Bringel, J.B. & Teles, A.M. (2016) A new species of *Calea* (Asteraceae–Neurolaneae) from Goiás State, Brazil. *Phytotaxa* 265: 279–284. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.265.3.9>
- Smithsonian National Museum of Natural History. (2024) Collection NHMN. Available from: <https://collections.nmnh.si.edu/search/botany/> (accessed 25 January 2024).

- Specieslink. (2024) *SpeciesLink network*. Available from: <https://specieslink.net/search/> (accessed 14 January 2024).
- Susanna, A., Baldwin, B.G., Bayer, R.J., Bonifacino, J.M., Garcia-Jacas, N., Keeley, S.C., Mandel, J.R., Ortiz, S., Robinson, H. & Stuessy, T.F. (2020) The classification of the Compositae: A tribute to Vicki Ann Funk (1947–2019). *Taxon* 69: 807–814. <https://doi.org/10.1002/tax.12235>
- Ter Steege, H., Sabatier, D., Castellanos, H., Van Andel, T.I.N.D.E., Duivenvoorden, J., De Oliveira, A.A., Ek, R., Lilwah, R., Maas, P. & Mori, S. (2000) An analysis of the floristic composition and diversity of Amazonian forests including those of the Guiana Shield. *Journal of Tropical Ecology* 16: 801–828. <https://doi.org/10.1017/S0266467400001735>
- Thiers, B. (2024 continuously updated) *Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff*. New York Botanical Garden’s Virtual Herbarium. Available from: <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/> (accessed 29 January 2024).
- Tropicos.org. (2024) *Missouri Botanical Garden*. Available from: <https://tropicos.org> (accessed 14 February 2024).
- Urbatsch, L.E., Zlotzky, A. & Pruski, J.F. (1986) Revision of *Calea* sect. *Lemmatium* (Asteraceae: Heliantheae) from Brazil. *Systematic Botany* 11: 501–514. <https://doi.org/10.2307/2419029>
- Wickham, H. (2016) *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York, 213 pp. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-98141-3>
- Wickham, H., François, R., Henry, L., Müller, K. & Vaughan, D. (2023) *dplyr: A Grammar of Data Manipulation*. R package version 1.1.3. Available from: <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>
- Wussow, J.R., Urbatsch, L.E. & Sullivan, G.A. (1985) *Calea* (Asteraceae) in Mexico, Central America and Jamaica. *Systematic Botany* 10: 241–267. <https://doi.org/10.2307/2418590>

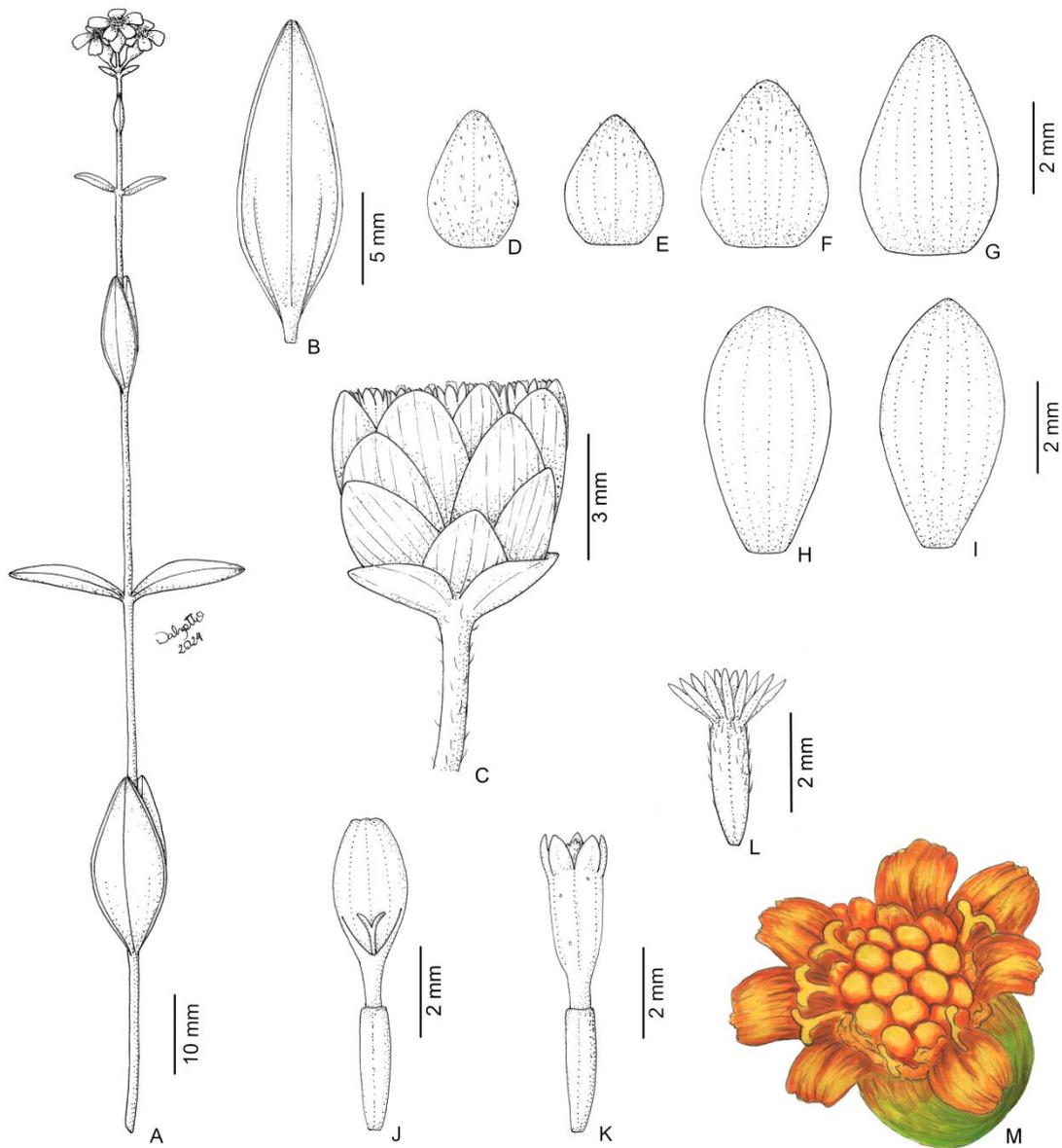


FIG. 1. *Calea breviflora* sp. nov. **A.** Flowering branch. **B.** Leaf abaxial surface. **C.** Details of the capitulum. **D-I.** Involucre sequence. **J.** Ray floret. **K.** Disc floret. **L.** Details of the cypselae and pappus. **M.** Watercolor of the capitulum. A-L illustrated by Débora Dalzotto and M by Leonardo Nascimento.



FIG. 2. *Calea breviflora* sp. nov. **A-B.** Habit. **C.** Detail showing the leaf abaxial surface. **D-F.** Head highlighting phyllaries, ray florets, and disc florets. **G.** Cypselum and pappus scales details. **H.** Habit, arrow pointing to the local where the individual was collected. **I.** M.S. da Silva collecting specimens

of *C. breviflora*. Photos by Lucas C. Marinho.

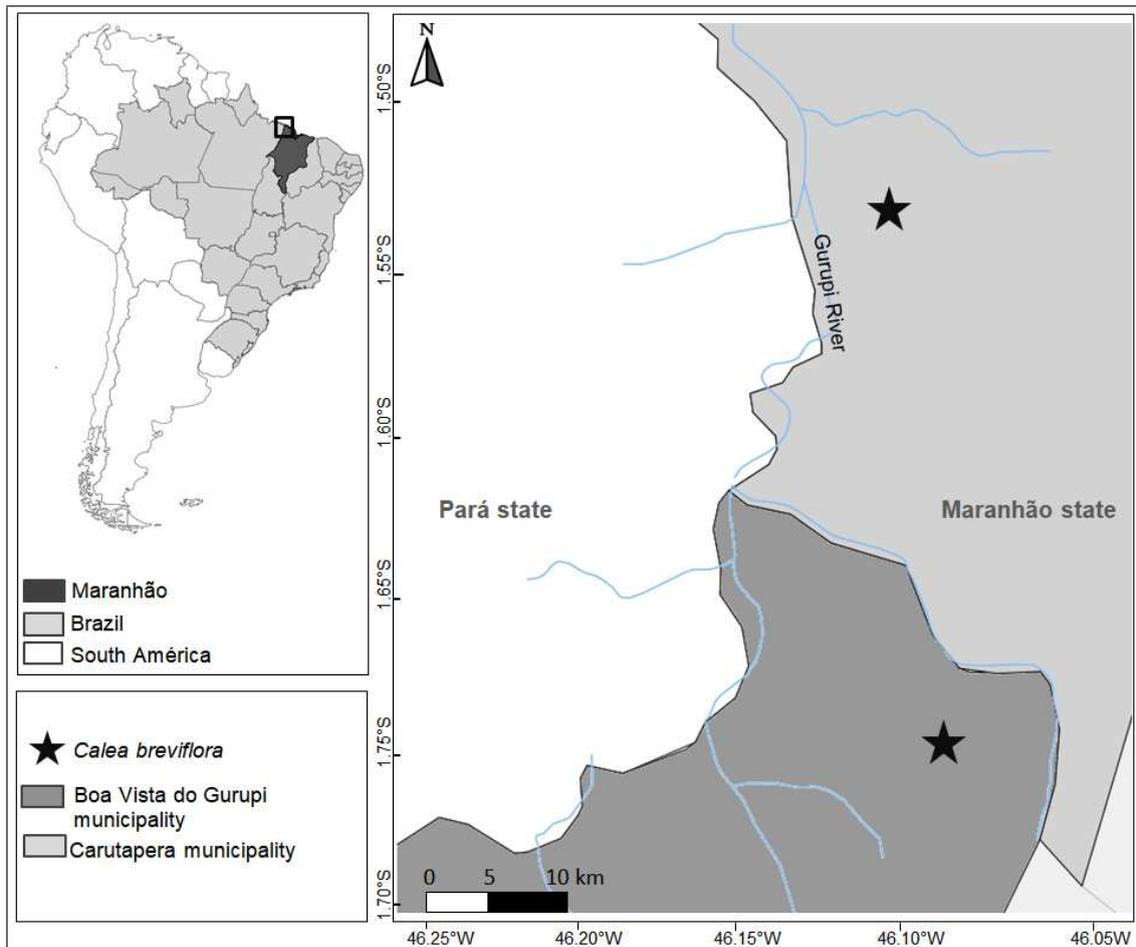


FIG. 3. Distribution map of *Calea breviflora* sp. nov.

ANEXO II – GUIA DE CAMPO

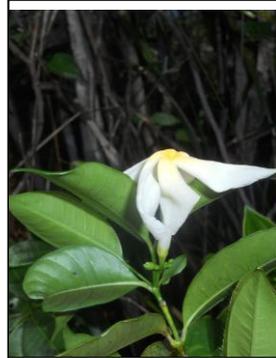
Vegetação de campinarana gramineo-lenhosa do noroeste da Amazônia Maranhense
Mizalene Silva da Silva.⁽¹⁾; Francisca Helena Muniz.⁽²⁾; Alessandro W C Ferreira.⁽⁴⁾. André Vito Scatigna.⁽³⁾; Lucas Cardoso Marinho.^(1,4). (1) Universidade Federal Rural da Amazônia/Museu Paraense Emilio Goeldi; (2) Universidade Estadual do Maranhão; (3) Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão; (4) Universidade Federal do Maranhão.



1 *Justicia angustifolia*
Acanthaceae



2 *Mandevilla scabra*
Apocynaceae



3 *Tabernaemontana flavicans*
Apocynaceae



4 *Calea breviflora*
Asteraceae



5 *Elephantopus* sp.
Asteraceae



6 *Aechmea bromeliifolia*
Bromeliaceae



7 *Aechmea aquilega*
Bromeliaceae



8 *Aechmea mertensii*
Bromeliaceae



9 *Aechmea tocantina*
Bromeliaceae



10 *Ananas ananassoides*
Bromeliaceae



11 *Burmannia capitata*
Burmanniaceae



12 *Chrysobalanus icaco*
Chrysobalanaceae



13 *Parinari campestris*
Chrysobalanaceae



14 *Clusia fockeana*
Clusiaceae



15 *Clusia grandiflora*
Clusiaceae





21 *Lagenocarpus guianensis*
Cyperaceae



22 *Rhynchospora barbata*
Cyperaceae



23 *Scleria violacea*
Cyperaceae



24 *Drosera cayennensis*
Droseraceae



25 *Drosera cayennensis*
Droseraceae



26 *Syngonanthus humboldtii*
Eriocaulaceae



27 *Chamaecrista nictitans*
Fabaceae



28 *Desmodium barbatum*
Fabaceae



29 *Coutoubea ramosa*
var. *racemosa*
Gentianaceae



30 *Humiria balsamifera*
Humiriaceae



31 *Hydrolea spinosa*
Hypericaceae



32 *Amasonia campestris*
Lamiaceae



33 *Hyptis atrorubens*
Lamiaceae



34 *Passovia ovata*
Loranthaceae



35 *Byrsonima* sp.
Malpighiaceae



36 *Aciotis amua*
Melastomataceae



37 *Comolia villosa*
Melastomataceae



38 *Mouriri dumetosa*
Melastomataceae



39 *Tibouchina aspera*
Melastomataceae



40 *Tococa nitens*
Melastomataceae



41 *Myrcia cuprea*
Myrtaceae



42 *Myrcia guianensis*
Myrtaceae



43 *Ouratea racemiformis*
Ochnaceae



44 *Sauvagesia erecta*
Ochnaceae



45 *Sauvagesia sprengelii*
Ochnaceae



46 *Catasetum ciliatum*
Orchidaceae



47 *Encyclia granitica*
Orchidaceae



48 *Habenaria repens*
Orchidaceae



49 *Habenaria obtusa*
Orchidaceae



50 *Habenaria spathulifera*
Orchidaceae



51 *Anisantherina hispidula*
Orobanchaceae



52 *Melasma melampyroides*
Orobanchaceae



53 *Bacopa imbricata*
Plantaginaceae



54 *Echinolaena inflexa*
Poaceae



55 *Panicum* sp.
Poaceae



56 *Senega appressa*
Polygalaceae



57 *Senega trichosperma*
Polygalaceae



58 *Senega adenophora*
Polygalaceae



59 *Coccoloba marginata*
Polygonaceae



60 *Roupala montana*
Proteaceae



61 *Cassipourea spruceana*
Rhizophoraceae



62 *Alibertia edulis*
Rubiaceae



63 *Palicourea hoffmannseggiana*
Rubiaceae



64 *Palicourea violacea*
Rubiaceae



65 *Isertia hypoleuca*
Rubiaceae



66 *Perama hirsuta*
Rubiaceae



67 *Retiniphyllum schomburgkii*
Rubiaceae



68 *Vochysia ferruginea*
Vochysiaceae



69 *Abolboda americana*
Xyridaceae



70 *Abolboda egleri*
Xyridaceae