

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

**Diversidade taxonômica, funcional e filogenética dos geoambientes de
ferricretes Amazônicos**

Viviane Vasconcelos Chaves
Magister Scientiae

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2025**

VIVIANE VASCONCELOS CHAVES

Diversidade taxonômica, funcional e filogenética dos geoambientes de ferricretes Amazônicos

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Markus Gastauer

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2025**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

C512d
2025
Chaves, Viviane Vasconcelos, 1994-
Diversidade taxonômica, funcional e filogenética dos
geoambientes de ferricretes amazônicos / Viviane Vasconcelos
Chaves. – Viçosa, MG, 2025.
1 dissertação eletrônica (48 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndices.

Orientador: Markus Gastauer.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Biologia Vegetal, 2025.

Referências bibliográficas: f. 31-36.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2025.382>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Comunidades vegetais - Araguaia, Rio, Região.
2. Plantas rupícolas - Araguaia, Rio, Região. 3. Plantas lenhosas
- Araguaia, Rio, Região. 4. Biodiversidade - Araguaia, Rio,
Região. I. Gastauer, Markus, 1976-. II. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Biologia Vegetal. Programa de
Pós-Graduação em Botânica. III. Título.

CDD 22. ed. 581.782

VIVIANE VASCONCELOS CHAVES

Diversidade taxonômica, funcional e filogenética dos geoambientes de ferricretes Amazônicos

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Botânica, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 7 de fevereiro de 2025.

Assentimento:

Viviane Vasconcelos Chaves
Autora

Markus Gastauer
Orientador

Essa dissertação foi assinada digitalmente pela autora em 09/06/2025 às 19:51:25 e pelo orientador em 07/07/2025 às 09:12:50. As assinaturas têm validade legal, conforme o disposto na Medida Provisória 2.200-2/2001 e na Resolução nº 37/2012 do CONARQ. Para conferir a autenticidade, acesse <https://siadoc.ufv.br/validar-documento>. No campo 'Código de registro', informe o código **XTX3.Y8PK.LW6J** e clique no botão 'Validar documento'.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado com o apoio das seguintes agências de pesquisa brasileiras: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

RESUMO

CHAVES, Viviane Vasconcelos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2025. **Diversidade taxonômica, funcional e filogenética dos geoambientes de ferricretes Amazônicos.** Orientador: Markus Gastauer.

Os ferricretes são caracterizados por apresentar geoambientes que abrangem áreas abertas onde predomina a vegetação herbácea (CRAB - Campo Rupestre Aberto), vegetação rupestre com coexistência de espécies herbáceas e lenhosas (CRAR - Campo Rupestre Arbustivo), e até áreas florestadas com dominância de espécies lenhosas (FL). Desde 1990, os ferricretes vêm enfrentando pressões antrópicas, como degradação e conversão em pastagens e áreas agrícolas. Diante desse cenário, compreender os padrões que determinam a montagem das comunidades vegetais é essencial para subsidiar estratégias de conservação. Este estudo avaliou a composição, a diversidade taxonômica e funcional, bem como a diversidade e estrutura filogenética das comunidades vegetais nos ferricretes do Araguaia. Esperamos que i) a composição das comunidades difere entre os geoambientes, com CRAB associado a solos pobres em nutrientes e FL associado a solos com mais recursos; ii) Em FL, a coexistência das espécies é influenciada tanto pela competição quanto pela filtragem ambiental, resultando em menor diversidade taxonômica e estrutura filogenética esperada ao acaso; iii) em áreas de afloramento, principalmente o CRAB, os filtros ambientais selecionam espécies com características conservadas dentro das linhagens evolutivas resultando em menor diversidade e maior agrupamento filogenético; e iv) CRAR apresente maior diversidade funcional devido à coexistência de espécies com diferentes formas de vida presente nessa formação. A amostragem da vegetação foi realizada em 89 parcelas de 10x20 m distribuídas entre as formações de CRAB, CRAR e FL. Amostras de solo foram coletadas para análise das características físico-químico e biológicas. A diversidade taxonômica foi avaliada por meio dos índices de Shannon, Simpson e riqueza de espécies, enquanto a composição da comunidade foi analisada por escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS). A análise de componentes principais (PCA) foi utilizada para verificar a explicação da variância com base nas características do solo. A diversidade funcional foi avaliada através das métricas de riqueza funcional (FRic), dispersão funcional (FDis), regularidade funcional (FEve) e divergência funcional (FDiv), baseada em característica, como forma de crescimento, área foliar específica (SLA), macro e micronutrientes foliares, e síndrome de dispersão. A estrutura e diversidade filogenética foram calculadas no

software Phylocom 4.2. A composição de espécies vegetais difere entre as comunidades, possivelmente em resposta às características ambientais específicas de cada ambiente. A PCA mostrou CRAB associado a solos pobres em nutrientes, onde foi observado maior agrupamento filogenético e funcional, reforçando a atuação de filtros ambientais que selecionam espécies adaptadas as condições extremas. Embora CRAR também tenha apresentado agrupamento filogenético, exibiu maior diversidade funcional, indicando que, apesar de aparentadas, as espécies possuem estratégias funcionais diversificadas. FL associada a solos com mais recursos mostrou uma estrutura filogenética esperada ao acaso, tanto no estrato arbóreo quanto no estrato herbáceo, indicando equilíbrio entre filtragem abiótica e biótica. Também observamos a menor diversidade taxonômica e superdispersão filogenética no NRI (Índice de Táxon mais próximo não ponderado pela abundância), sugerindo competição por recurso entre as espécies de FL. Esses resultados ressaltam a necessidade de estratégias de conservação que considerem todo o gradiente de vegetação dos ferricretes do Araguaia.

Palavras-chave: ferricretes; geoambientes; diversidade

ABSTRACT

CHAVES, Viviane Vasconcelos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2025. **Taxonomic, functional and phylogenetic diversity of Amazonian ferricrete geoenvironments.** Adviser: Markus Gastauer.

Ferricretes are characterized by presenting geoenvironments that cover open areas where herbaceous vegetation predominates (CRAB – Campo Rupestre Aberto), rupestrian vegetation with coexistence of herbaceous and woody species (CRAR – Campo Rupestre Arbustivo) to forested areas with dominance of woody species (FL). Since 1990, ferricretes have been facing anthropogenic pressures, such as degradation and conversion to pastures and agricultural areas. Given this scenario, understanding the patterns that determine the assembly of plant communities is essential to support conservation strategies. This study evaluated the composition, taxonomic and functional diversity, as well as the diversity and phylogenetic structure of the plant communities in the Araguaia ferricretes. We expect that i) the composition of communities differs between geoenvironments, with CRAB associated with nutrient-poor soils and FL associated with soil with more resources; ii) in FL, the coexistence of species is influenced by both competition and environmental filtering, resulting in lower taxonomic diversity and phylogenetic structure expected by chance; iii) outcrop areas, like CRAB, the environmental filters select species with the evolutionary lineages resulting in less diversity and greater phylogenetic clustering; iv) CRAR has greater functional diversity due to the coexistence of species with different forms of life present in this formation. Vegetation sampling was carried out in 89 plots of 10x20 m distributed among the CRAB, CRAR and FL formations. Soil samples were collected for analysis of physicochemical and biological characteristic. Taxonomic diversity was evaluated using the Shannon, Simpson and species richness, while community composition was analyzed by non-metric multidimensional scaling (NMDS). Principal component analysis (PCA) was used to verify the explanation of variance based on soil characteristic. Functional diversity was evaluated through the metrics of functional richness (FRic), functional dispersion (FDis), functional regularity (FEve) and functional divergence (FDiv), based on traits, like as growth form, specific leaf area (SLA), leaf macro and micronutrients, and dispersion syndrome. The phylogenetic structure and diversity were calculated using the Phylocom 4.2 software. The composition of plant species differs between communities, possibly in response to the specific environmental characteristic of each environment. The PCA showed CRAB associated with nutrient-poor soil, where greater phylogenetic and

functional clustering was observed, reinforcing the action of environmental filters that select species adapted to extreme conditions. Although CRAR also showed phylogenetic clustering, it exhibited greater functional diversity, indicating that, despite being related, the species have diversified functional strategies. FL associated with soils with more resources showed a phylogenetic structure expected by chance, both in the arboreal stratum and in the herbaceous stratum, indicating a balance between abiotic and biotic filtration. We also observed lower taxonomic diversity and phylogenetic overdispersal in the NRI (Nearest Taxon Index not weighted by abundance), suggesting resource competition among FL species. The results highlight the need for conservation strategies that consider the entire vegetation gradient of the Araguaia ferricretes.

Keywords: ferricretes; geoenvironments; diversity

Lista de figura

Figura 1 – Fotografias das diferentes formações amostradas no ferricretes	14
Figura 2 – Mapa de localização das parcelas amostradas nos ferricretes do Araguaia.....	15
Figura 3 - Análise de Componentes Principais (PCA) dos parâmetros de solo amostrados nas diferentes formações dos ferricretes.....	20
Figura 4 - Análise de escalonamento multidimensional não - métrico (NMDS) das diferentes formações dos estratos Arbóreo e Herbáceo.....	21
Figura 5 - Diversidade taxonômica dos estratos Arbóreo e Herbáceo das diferentes.....	22
Figura 6 - Diversidade e estrutura filogenética do estrato arbóreo.....	23
Figura 7 - Diversidade e estrutura filogenética do estrato herbáceo.....	24
Figura 8 - Diversidade funcional dos estratos Arbóreo e Herbáceo.....	25
Figura 9 - CWM dos macronutrientes do estrato herbáceo.....	26
Figura 10 - CWM dos micronutrientes e SLA do estrato herbáceo.....	27
Apêndice 1 - Rarefação da diversidade de espécie e curvas de extrapolação, dos estratos arbóreo e herbáceo das diferentes formações ferricretes.....	37
Apêndice 2 - CWM das formas de crescimento e síndrome de dispersão encontradas no estrato arbóreo.....	37

Apêndice 3 - CWM das formas de crescimento e síndrome de dispersão das encontradas no estrato herbáceo.....	38
Apêndice 4 - Estrato arbóreo. CWM de macro e micronutrientes foliares; e SLA.....	39

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. MATERIAL E MÉTODO	12
2.1 Área de estudo	12
2.2 Amostragem da vegetação	15
2.3 Amostragem de solo	15
2.4 Composição da Comunidade	16
2.5 Diversidade Taxonômica	16
2.6 Diversidade e Estrutura Filogenética	16
2.7 Diversidade Funcional	17
3. RESULTADOS	19
3.1 Variáveis do solo	19
3.2 Composição da comunidade	20
3.3 Diversidade Taxonômica	21
3.4 Diversidade e estrutura filogenética	22
3.5 Diversidade Funcional	24
4. DISCUSSÃO	27
5. CONCLUSÃO	30
6. REFERÊNCIAS	31
7. APÊNDICES	37

1.INTRODUÇÃO

Teorias baseadas em nicho postulam que processos determinísticos como filtragem ambiental e competição influenciam as comunidades vegetais ao selecionar espécies que são capazes de coexistir em determinadas condições ambientais (Cavender-Bares et al., 2009, Webb et al., 2002, Swenson, 2009). Segundo a teoria de nicho, a filtragem abiótica se intensifica sob estresse ambiental e a limitação de recursos, enquanto processos bióticos, como, a competição predomina em ambientes com menor estresse ambiental e maior fornecimento de recursos (Violle *et al.*, 2011; Götzenberger *et al.*, 2012). Entender essas relações é de suma importância para o desenvolvimento de planos de conservação efetivos da vegetação, uma vez que a conservação é crucial para manter o equilíbrio ecológico e o funcionamento dos ecossistemas (Grittz *et al.*, 2024).

A estrutura filogenética de uma comunidade descreve as relações de parentesco entre as espécies, determinando se as espécies coexistentes estão mais intimamente relacionadas entre si (agrupamento filogenético) ou menos relacionadas (superdispersão filogenética) (Gastauer e Meira-Neto, 2017). Esses padrões refletem a ação dos filtros ambientais, que tende a selecionar espécies com características funcionais e nichos semelhantes, resultando em comunidades filogeneticamente agrupadas (Cavender-Bares *et al.*, 2009; Baraloto *et al.*, 2012; Gastauer e Meira-Neto, 2014). Por outro lado, interações bióticas, como a exclusão competitiva das espécies funcionalmente semelhantes, promove a superdispersão funcional e filogenética devido à exclusão de parentes próximos (Cavender-Bares *et al.*, 2009; Violle *et al.*, 2011).

Os ecossistemas formados sobre afloramentos ferríferos, geralmente, apresentam uma vegetação campestre diversificada e são caracterizados por possuir uma vasta heterogeneidade ambiental que resulta na formação de diferentes tipos vegetacionais (Mota, *et al.*, 2018). Os ferricretes consistem em crostas cimentadas por óxido de ferro, formados por processos de intemperismo e pedogênese (Bourman e Ollier, 2002) e, são caracterizados por apresentar geoambientes que abrangem áreas abertas onde predomina a vegetação herbácea (CRAB - Campo Rupestre Aberto), vegetação rupestre com coexistência de espécies herbáceas e lenhosas (CRAR -

Campo Rupestre Arbustivo), até áreas florestadas com dominância de espécies lenhosas (FL).

Esses diferentes tipos de vegetação estão inseridos em uma zona de transição entre Amazônia e Cerrado, caracterizada pela presença de espécies compartilhadas entre esses dois biomas altamente biodiversos. No entanto, desde 1990, os ferricretes vêm enfrentando pressões antrópicas, como a degradação e conversão em pastagens e áreas agrícolas (dados não publicados). Essas atividades resultam na perda de habitat e na redução da biodiversidade local. Diante desse cenário, compreender os padrões que determinam a montagem das diferentes comunidades vegetais é essencial para a conservação desses afloramentos ferríferos.

Este trabalho buscou avaliar a composição, a diversidade taxonômica e funcional, bem como a diversidade e estrutura filogenética dos diferentes geoambientes presentes nos ferricretes do Araguaia. Desta maneira, esperamos que i) a composição das comunidades vegetais difere entre os geoambientes, com CRAB associado a solos pobres em nutrientes e FL associado a solos com mais recursos; ii) Em FL, a coexistência das espécies é influenciada tanto pela competição quanto pela filtragem ambiental, resultando em menor diversidade taxonômica e estrutura filogenética esperada ao acaso; iii) em áreas de afloramento, principalmente o CRAB, os filtros ambientais selecionam espécies com características conservadas dentro das linhagens evolutivas resultando em menor diversidade e maior agrupamento filogenético; e iv) CRAR apresente maior diversidade funcional devido à coexistência de diferentes formas de vida presente nessa formação.

2. MATERIAL E MÉTODO

2.1 Área de estudo

A pesquisa foi executada na Bacia do Médio Rio Araguaia, mais especificamente nos municípios de Conceição do Araguaia e Floresta do Araguaia, localizados no sudeste do estado do Pará. Os municípios estão inseridos em uma área de transição entre Amazônia e Cerrado. O clima da região do Araguaia é classificado como tropical úmido, com transição para equatorial úmido seco no inverno, Aw na classificação de Koppen (Martorano, 1993). O clima tropical úmido caracteriza-se por apresentar duas estações bem definidas: verão chuvoso (novembro a maio) e inverno seco (junho a outubro) (Figueiredo, Souza e Olivatti, 2001). Os

meses mais quentes são agosto e setembro com médias de 30° C, e o mais frio é julho com média de 22° C, e a precipitação média anual situa-se em torno de 1.600 mm (Figueiredo, Souza e Olivatti, 2001; Homeier, Kurzatkowski e Leuschner, 2017).

As formações vegetais abertas dos ferricretes do Araguaia (Figura 1) estão associadas às condições edáficas e estruturas rochosas. Essas estruturas são caracterizadas por possuir uma crosta ferruginosa, podendo variar de 20 cm até 1 m de espessura. A crosta pode estar exposta com ausência de solos, e quando estas se formam, são rasos. Em áreas onde ocorrem alagamentos periódicos, os solos passam pelo processo de lixiviação, resultando na remoção dos nutrientes. Essas condições mais severas selecionam espécies de porte herbáceo - CRAB. A formação de CRAR, é caracterizada pela coexistência de espécies herbáceas e lenhosas, cuja distribuição também está relacionada às condições edáficas. Em solos com camadas mais rasas sobre a crosta, espécies como *Vellozia glauca* (Pohl.) são frequentemente encontradas. Em locais com fraturas, onde há maior acúmulo de solos, observa-se a presença de espécies como *Anacardium occidentale* (L.). As FLs, são formações localizadas nas bordas das crostas ferruginosas, geralmente, com presença de blocos de lateritas, resultantes da degradação proveniente de atividades intempéricas, que formam solos mais soltos e profundos, de até 50 cm. As condições ambientais dessa formação são mais favoráveis para a seleção e manutenção de diferentes espécies arbóreas.



Figura 1 – Fotografias representando as diferentes formações estudadas nos ferricretes do Araguaia, Pará. **a)** CRAB – Campo Rupestre Aberto; **b)** CRAR – Campo Rupestre Arbustivo; **c)** FL – Floresta.

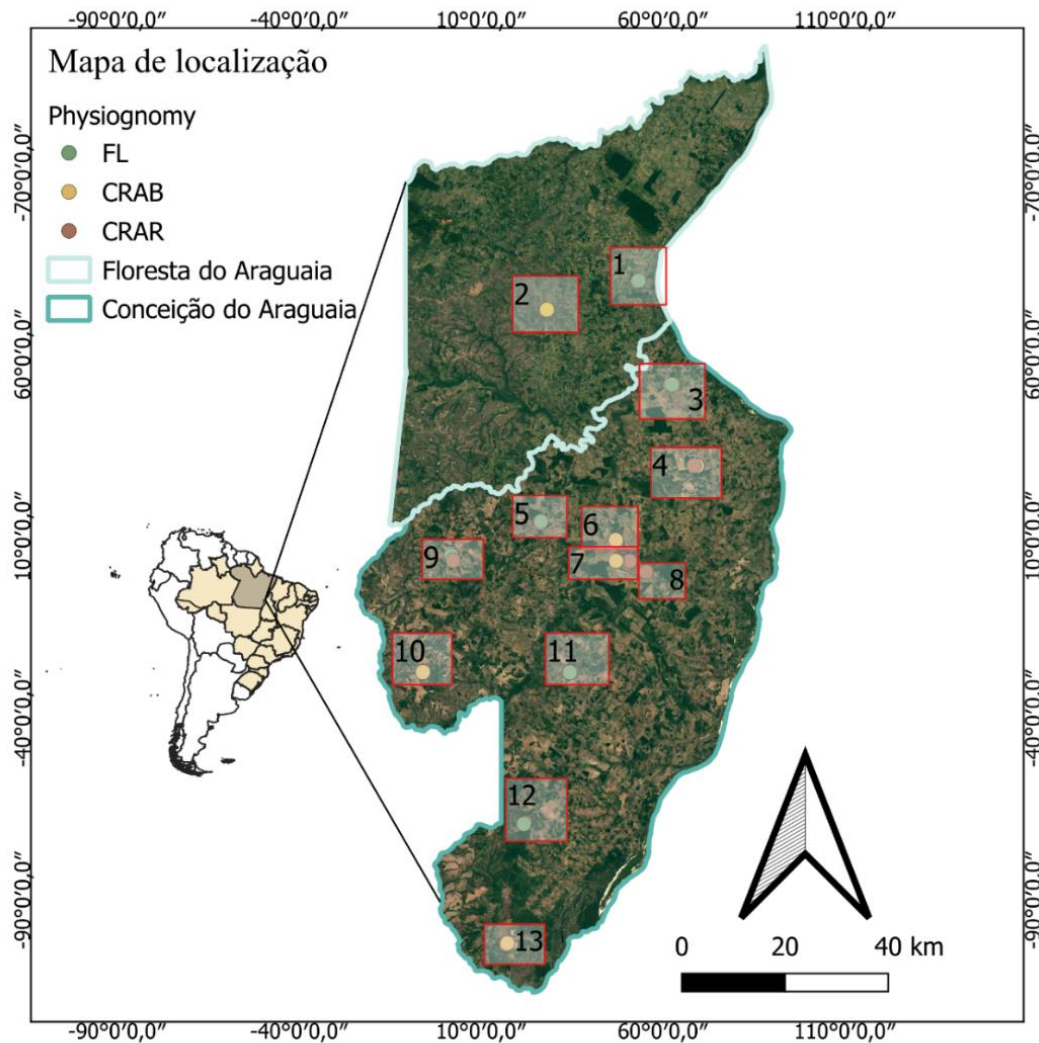


Figura 2 – Mapa de localização das parcelas amostradas nos ferricretes do Araguaia. Os números de 1 a 13 representam as áreas onde foram instaladas as parcelas.

2.2 Amostragem da vegetação

Para realização desse estudo, foram conduzidas duas expedições de campo, sempre no mês de março, dos anos de 2023 e 2024. Amostramos um total de 89 parcelas de 10 x 20 m, correspondendo a uma área amostral de 1,78 hectares, distribuídas entre as formações de CRAB (39 parcelas), CRAR (28 parcelas) e FL (22 parcelas). O estrato arbóreo incluiu árvores e arbustos com Diâmetro a Altura do Peito (DAP) ≥ 10 cm. O estrato herbáceo foi amostrado a partir da instalação de 5 subparcelas de 1x1 m dentro de cada parcela. O valor de cobertura de cada subparcela foi mensurado, bem como o valor de cobertura por espécie.

2.3 Amostragem de solo

Para análise das características físico-químico e biológicas do solo, coletamos amostras compostas de aproximadamente 600g em todas as parcelas de 10x20m. A

coleta foi realizada em 5 pontos diferentes, cada extremidade dos eixos x e y e um no centro. As amostras foram acondicionadas em saco plástico e transportadas para análise. As análises físico-químico foram realizadas segundo os métodos descritos por Embrapa (Embrapa, 2017), enquanto as análises biológicas seguiram a metodologia padrão de (Anderson e Domsch, 1993; CT 98, Embrapa, 2007). Foi realizada a análise de componentes principais (PCA) usando o pacote “*FactoMineR*” (Husson *et al.*, 2017) para verificar a explicação da variância com base nas características do solo. O nível de significância foi testado através da PERMANOVA utilizando o pacote ‘vegan’ (Oksanen *et al.*, 2024).

2.4 Composição da Comunidade

A composição da comunidade foi avaliada por escala múltipla não métrica (NMDS), através da função ‘metaMDS’ do pacote ‘vegan’ (Oksanen *et al.*, 2024), e os níveis de significância foram delineados utilizando ANOVAs multivariada permutacional (PERMANOVA) a partir da função ‘adonis’ no pacote ‘vegan’ (Oksanen *et al.*, 2024), no ambiente R 4.3.3.

2.5 Diversidade Taxonômica

A diversidade taxonômica foi medida através da Riqueza e dos índices de Simpson e Shannon de acordo com (Melo, 2008). Essas análises foram utilizadas para comparar entre as comunidades a diversidade taxonômica. Como os dados não seguiram uma distribuição normal, utilizamos o teste de Kruskal-Wallis não paramétrico, seguido de post hoc de Dunn para testar os níveis de significância entre as diferentes comunidades vegetais. A diversidade de espécie entre as comunidades foi comparada utilizando o método de rarefação, com base em dados de abundância baseados em indivíduos, através do INEXT (Interpolação e Extrapolação da Diversidade de Espécies) (Hsieh, Ma, e Chao, 2016) (apêndice 1).

2.6 Diversidade e Estrutura Filogenética

Todas as espécies de angiospermas coletadas e identificadas neste estudo foram incluídas na megatree R20160415.new (Gastauer e Meira-Neto, 2017) com a função ‘*phylomatic*’ no programa *Phylocom* 4.2 (Webb e Donoghue, 2005). A calibração da árvore foi realizada por meio da função ‘*bladj*’, que data os nós internos da árvore de acordo com suas idades listadas em um arquivo ‘*age*’, para que os comprimentos dos ramos da árvore correspondam ao tempo de divergência evolutiva entre ramificações (Webb, 2000; Gastauer e Meira-Neto, 2013). A diversidade

filogenética foi mensurada por meio dos índices PD (Diversidade filogenética), MNTD (distância média do vizinho mais próximo) e MPD (distância média par-a-par). O PD é a soma dos comprimentos de ramos que conectam as espécies dentro da comunidade, representando a história evolutiva em milhões de anos. O MPD fornece valor geral da estrutura filogenética da comunidade, capturando eventos de especiações antigos na filogenia, enquanto o MNTD captura as menores distâncias dos ramos na filogenia indicando eventos recentes de especiação.

A estrutura filogenética dos estratos arbóreo e herbáceo foi realizada a partir do NTI (índice de parentesco líquido) e NRI (índice de táxon mais próximo) ponderados e não ponderados pela abundância das espécies, mensurados pelo *Phylocom 4.2*. No caso do estrato herbáceo, a abundância de cada espécie foi obtida somando os valores das subparcelas. Também calculamos o sesPD a partir da função '*ses.pd*' disponível no pacote '*picante*' no *ambiente R 4.3.3*. O NTI e o NRI estimam as medidas de MNTD e MPD, respectivamente, enquanto o sesPD é a comparação entre os valores de PD nas comunidades observadas, gerado pela randomização do modelo nulo. O NRI foi utilizado para medir a distância filogenética média em relação aos pares de *taxas*, sendo uma métrica mais sensível aos padrões de agrupamento filogenético das espécies (Comita *et al.*, 2018). O NTI foi utilizado para medir a distância média com relação a cada táxon e o vizinho mais próximo, sendo uma métrica mais relacionada aos *taxas* terminais, ou seja, gêneros ou famílias (Comita *et al.*, 2018; Coppi *et al.*, 2019). Esses índices permitem identificar se as espécies coexistentes são agrupadas ou superdispersas filogeneticamente.

Os níveis de significância da diversidade e estrutura filogenética das diferentes formações foram realizados através do teste Kruskal-Wallis seguido de post hoc de Dunn. Para testar se os valores de sesPD, NRI e NTI ponderados e não ponderados pela abundância diferem do esperado ao acaso, foram realizados t - test e Wilcox - test, comparando os valores por formação com o valor zero.

2.7 Diversidade Funcional

Para cada geoambiente, foram calculados quatro índices de diversidade funcional amplamente usado em estudos ecológicos – a riqueza funcional (FRic), uniformidade funcional (FEve), divergência funcional (FDiv) e dispersão funcional (FDis) (Laliberté *et al.*, 2010; Villéger, Mason, e Mouillot, 2008). FRic representa o espaço funcional total que a comunidade ocupa e é independente da abundância.

FEve reflete os valores dos traços funcionais dentro de uma comunidade capturando a distribuição equitativa das características que sustentam a diversidade funcional. FDiv representa como a abundância é distribuída ao longo dos eixos funcionais ou volume funcional (Villéger, Mason, e Mouillot, 2008). FDis é uma métrica de dissimilaridade que mede a variação nos valores de traço entre espécies em uma comunidade, ao mesmo tempo, em que considera a sua abundância relativa (Cheng *et al.*, 2014; Laliberté *et al.*, 2010).

A matriz de traços foi construída com base nas seguintes características - forma de vida, síndrome de dispersão, área foliar específica (SLA) e nutrientes foliares. A forma de vida está relacionada com o grau de proteção de estruturas vegetais, frente as condições climáticas desfavoráveis (Pérez-Harguindeguy *et al.*, 2013). A dispersão das sementes está ligada às condições ambientais e são dependentes das condições morfológicas, fisiológicas e ecológicas das plantas. Menores valores de SLA, estão geralmente relacionadas as espécies de ambientes mais estressantes. Essas espécies possuem crescimento lento, evitam a perda de água por transpiração e priorizam a longevidade das folhas (Pérez-Harguindeguy *et al.*, 2013). A estratégia do uso de nutrientes de uma planta, fornece informações importantes, como taxa de crescimento e eficiência no uso de nutrientes (Pérez-Harguindeguy *et al.*, 2013).

As informações referentes a forma de crescimento (liana, erva, árvore, arbusto e subarbusto) e síndrome de dispersão (anemocoria, zoocoria e autocoria) foram consultadas em literaturas especializadas como a Flora do Brasil, artigos científicos, teses e dissertações. Para medições de características foliares (área foliar específica e nutrientes), foram coletadas cinco folhas totalmente expandidas de cada indivíduo em cada ponto de amostragem. As folhas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para a estufa, onde o material permaneceu em uma temperatura de 70 °C. Após a secagem, foi obtido o Peso seco (PS) por meio de uma balança de precisão digital. Cada folha foi digitalizada através de um scanner de mesa e, posteriormente, foi obtida área foliar (AF) com auxílio do software ImageJ. A SLA foi calculada através da razão, $AF \text{ (cm}^2\text{)}/PS \text{ (g)}$. As amostras das folhas foram enviadas para o Laboratório Brasileiro de Análises Ambientais e Agrícolas (LABRAS), onde foram determinados o conteúdo de macronutrientes e micronutrientes, como nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn).

A média ponderada das comunidades (CWM) também foi calculada para cada uma das características funcionais selecionadas. A CWM foi calculada como o valor médio da característica na comunidade, ponderado pela abundância de espécies (Mensah *et al.*, 2024). A diversidade funcional e a CWM foram calculadas através do pacote “FD” (Laliberte e Legendre, 2010). Realizamos o teste Kruskal-Wallis não paramétrico, seguido de post hoc de Dunn para testar os níveis de significância dos índices de diversidade funcional e CWM.

3. RESULTADOS

3.1 Variáveis do solo

A Análise de Componentes Principais (PCA) explicou 45.2% da variação total (Figura 3). O eixo 1 explicou 27.6%, e foi positivamente relacionado com as variáveis Argila, $H+Al^{3+}$ (Acidez potencial), CO (Carbono orgânico), Nitrogênio total, Silte, qMicrobiano (Coeficiente Microbiano) e Cu (Cobre). Enquanto as variáveis de pH (Potencial de hidrogênio da água) e MetabólicoqCO (Coeficiente metabólico) mostraram relação negativa com o eixo 1. O eixo 2 explicou 17.6% da variação, mostrando uma relação positiva com pH, Ca^{2+} e Mn. As variáveis Al^{3+} , Fe, RMS, $H+Al^{3+}$ e Cu, mostraram relação negativa com o eixo 2. A formação de CRAB mostrou-se mais agrupada e relacionada a variável de pH. Enquanto CRAR posicionado mais ao centro da PCA, sugere uma composição de solos mais intermediária. E por fim, FL mostrou-se mais dispersa e relacionada as variáveis de Nitrogênio total, CO e Argila.

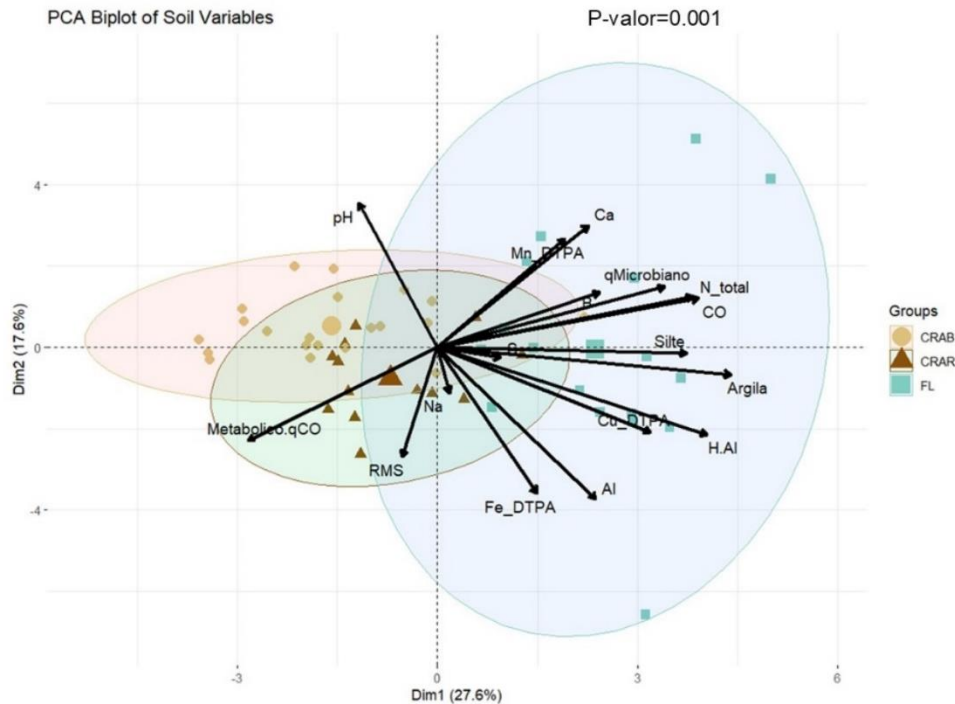


Figura 1 - Análise de Componentes Principais (PCA) dos parâmetros de solo amostrados nas diferentes formações dos ferricretes do Araguaia (Amarelo: CRAB – Campo Rupestre Aberto; Marron: CRAR – Campo Rupestre Arbustivo; Verde: FL – Floresta).

3.2 Composição da comunidade

No total foram coletados 2.966 registros, representando 353 espécies. No estrato arbóreo foram identificadas 134 espécies, 89 gêneros e 43 famílias. As espécies mais abundantes e frequentes nas formações do estrato arbóreo foram: CRAR – (Vochysiaceae) *Qualea parviflora* Mart., (Simaroubaceae) *Simarouba amara* Aubl., (Malpighiaceae) *Byrsonima sp* (Rich. ex Kunth.), (Vochysiaceae) *Qualea multiflora* Mart., (Malpighiaceae) *Byrsonima chrysophylla* Kunth., FL – (Annonaceae) *Annona sp* L., (Burseraceae) *Protium decandrum* Aubl., (Vochysiaceae) *Qualea parviflora* Mart., (Lythraceae) *Physocalymma scaberrimum* Pohl. e (Fabaceae) *Amphiodon effusus* Huber (apêndice 6).

No estrato herbáceo foram identificadas 219 espécies, 130 gêneros e 51 famílias, e as espécies mais abundantes e frequentes encontradas em cada formação foram: CRAB – (Cyperaceae) *Rhynchospora unguinix* C.S. Nunes & A. Gil, (Cyperaceae) *Rhynchospora acanthoma* A.C.Araújo & Longhi-Wagner, (Poaceae)

Axonopus sp P. Beauv., (Cyperaceae) *Bulbolstilys conífera* (Kunth) Beetle, (Orobanchaceae) *Buchnera carajasensis* Scatigna & N.Mota. CRAR – (Euphorbiaceae) *Microstachys glandulosa* (Mart.) F.Dietr., (Asteraceae) *Riencourtia penduculosa* (Rich.) Pruski, (Poaceae) *Trachypogon spicatus* (L.f) Kuntze, (Fabaceae) *Galactia jusseana* Kunth, (Phyllanthaceae) *Phyllanthus* sp L. FL – (Bignoniaceae) *Pleonotoma jaminifolia* (D. Don), (Fabaceae) *Bauhinia longipedicellata* Ducke, (Poaceae) *Olyra latifolia* L., (Sapindaceae) *Paullinia rugosa* (Benth. ex Radlk.), (Poaceae) *Hildea tenuis* J. Presi & C. Presi (apêndice 7).

A análise de escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) mostrou diferenças significativas na composição de espécies entre os geoambientes, tanto para o estrato arbóreo quanto para o herbáceo, reforçando a clara separação entre o CRAB, CRAR e FL (Figura 4).

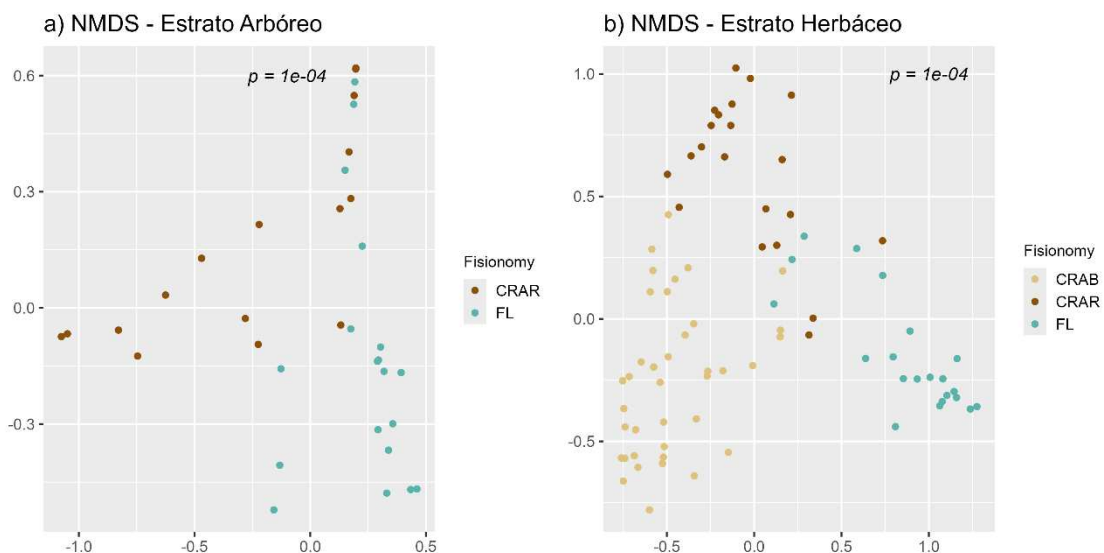


Figura 4 - Análise de escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) dos estratos **a)** Arbóreo e **b)** Herbáceo das diferentes formações (Amarelo: CRAB - Campo Rupestre Aberto; Marrom: CRAR - Campo Rupestre Arbustivo; Verde: FL - Floresta) amostradas nos ferriceretes do Araguaia, Pará.

3.3 Diversidade Taxonômica

Considerando o estrato arbóreo (Figura 5a), a Riqueza, diversidade Shannon e Simpson foram significativamente maiores nas formações de FL, enquanto no estrato herbáceo foram significativamente maiores em CRAR (Figura 5b). Ambos estratos, mostraram diferenças significativas entre todos os geoambientes.

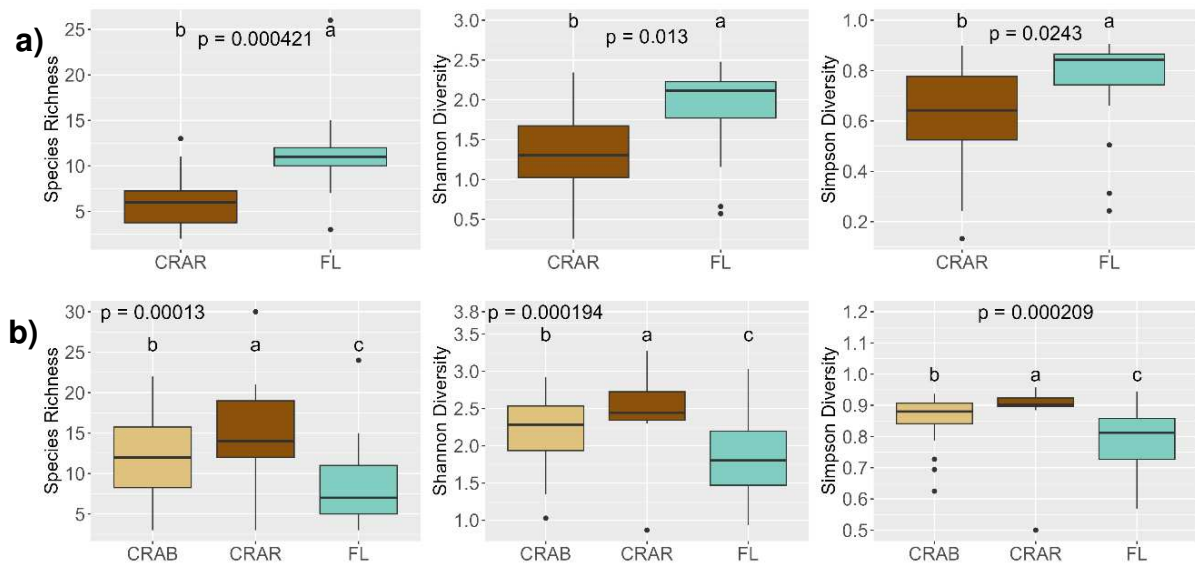


Figura 5 - Riqueza e Diversidade Taxonômica dos estratos **(a)** Arbóreo e **(b)** Herbáceo das diferentes formações (Amarelo: CRAB - Campo Rupestre Aberto; Marrom: CRAR - Campo Rupestre Arbustivo; Verde: FL - Floresta) amostrados nos ferricretes do Araguaia, Pará. As letras diferentes indicam diferença significativa, $p < 0.05$.

3.4 Diversidade e estrutura filogenética

No estrato arbóreo, FL apresentou uma maior diversidade filogenética (PD). Entretanto, a distância média do vizinho mais próximo (MNTD), a distância média para-a-par (MPD) e a estrutura filogenética não apresentaram diferenças significativas entre FL e CRAR. Além disso, o sesPD e a estrutura filogenética não diferiram significativamente de zero, indicando que ambas as formações possuem uma diversidade e estrutura filogenética esperada ao acaso (Figura 6).

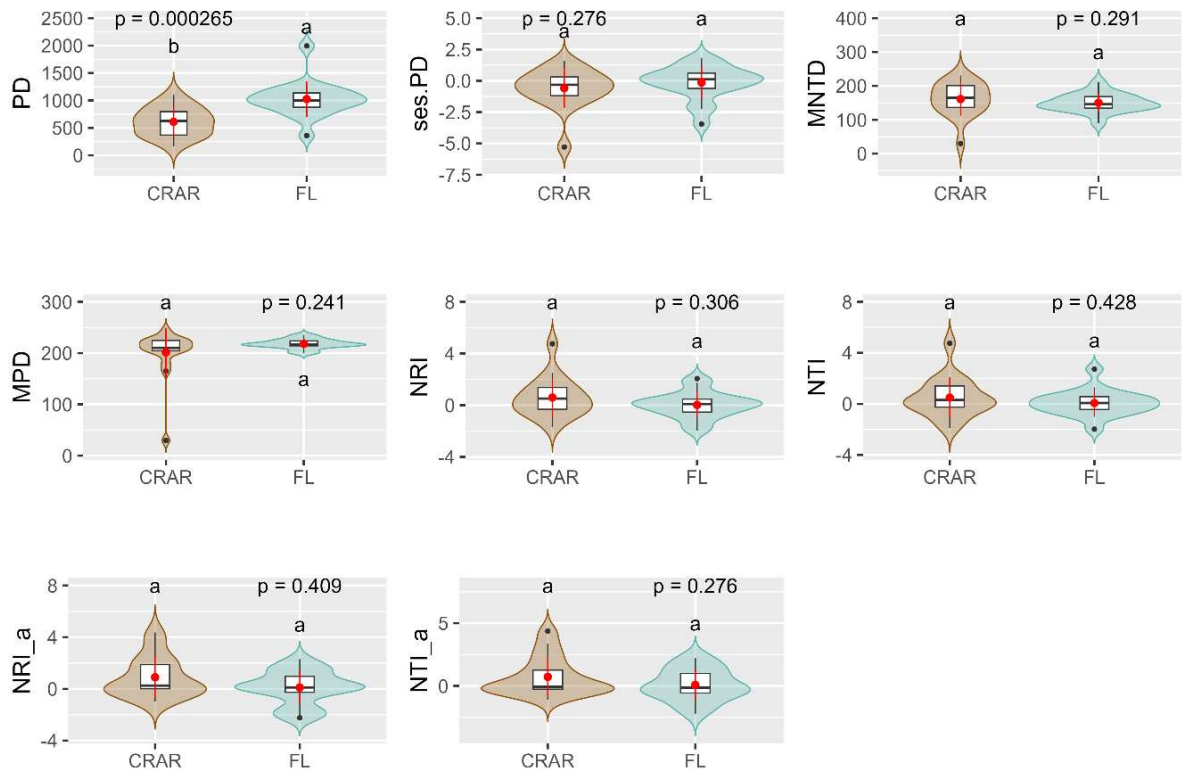


Figura 6 - Diversidade e estrutura filogenética do estrato arbóreo das diferentes formações (Marrom: CRAR - Campo Rupestre Arbustivo; Verde: FL – Floresta) dos ferricretes do Araguaia, Pará. PD - Diversidade filogenética; MNTD - Distância média do vizinho mais próximo; MPD - Distância média par -a - par; sesPD – Tamanho do efeito padronizado da diversidade filogenética; Estrutura filogenética: NTI – Índice do táxon mais próximo; NRI – Índice de relacionamento líquido. Ponderação pela abundância indicada pelo sinal “_a”. As letras diferentes indicam diferença significativa, p -valor < 0.05.

No estrato herbáceo, CRAR apresentou maior diversidade filogenética (PD), enquanto FL apresentou valores significativamente maiores de MNTD e MPD. Assim, como observado anteriormente no estrato arbóreo, o sesPD, NTI, NRI (ponderados e não ponderados pela abundância) não diferiram de zero em FL, sugerindo uma diversidade e estrutura filogenética esperada ao acaso. Apenas o NRI (não ponderado pela abundância) indicou superdispersão filogenética em clados mais antigos (apêndice 5). Entre CRAB e CRAR, não houve diferença significativa e ambos apresentaram valores negativos de sesPD e positivos de NTI e NRI (ponderados e não ponderados pela abundância), indicando uma baixa diversidade e agrupamento

filogenético (Figura 7). No entanto, entre as duas formações, CRAB apresentou um padrão de menor diversidade e maior agrupamento (apêndice 5).

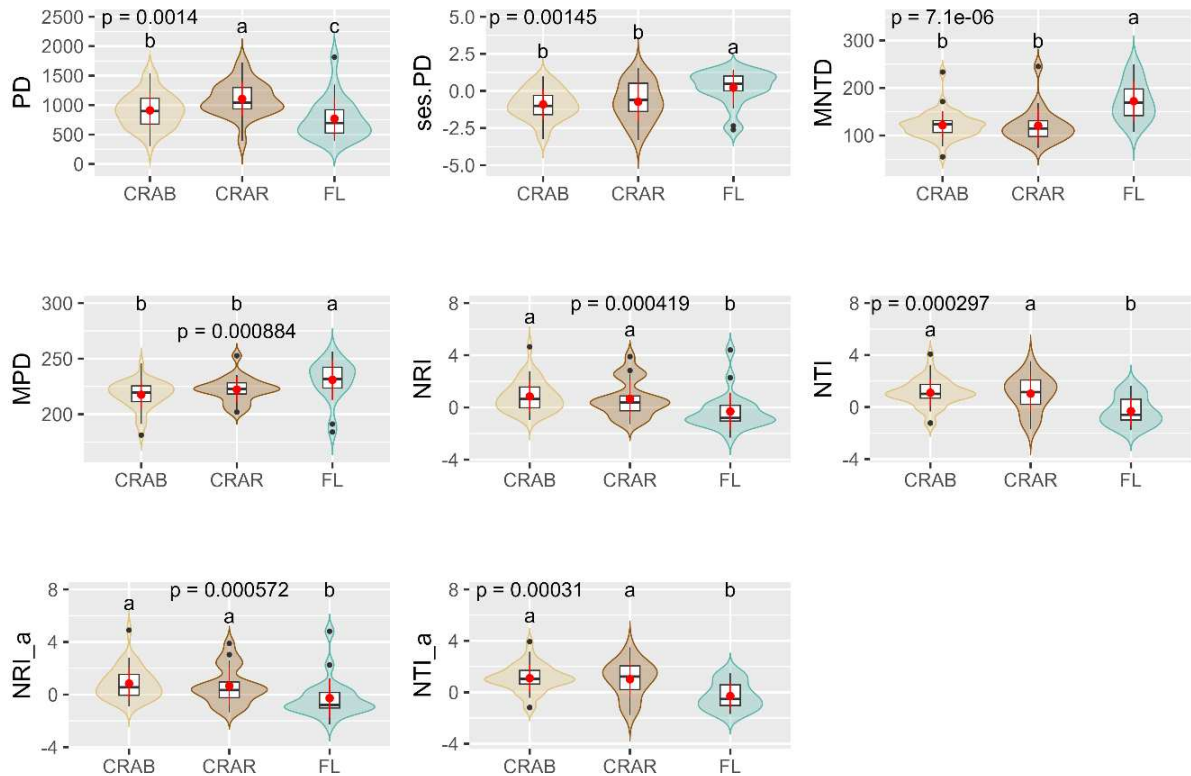


Figura 7 - Diversidade e estrutura filogenética do estrato herbáceo das diferentes formações (Amarelo: CRAB – Campo Rupestre Aberto; Marrom: CRAR – Campo Rupestre Arbustivo; Verde: FL – Floresta) dos ferricretes do Araguaia, Pará. PD – Diversidade filogenética; MNTD – Distância média do vizinho mais próximo; MPD – Distância Média par – a – par; sesPD – Tamanho do efeito padronizado da diversidade filogenética; Estrutura filogenética: NTI – Índice do Táxon mais próximo; NRI – índice de relacionamento líquido. Ponderação pela abundância indicada pelo sinal “_a”. As letras diferentes indicam diferença significativa, p-valor < 0.05.

3.5 Diversidade Funcional

No estrato arbóreo, FL apresentou significativamente os maiores valores de FRic, enquanto as variáveis FEve, FDis e FDiv não mostraram diferenças significativas entre os geoambientes (Figura 8a). No estrato herbáceo, apenas FRic e FDis apresentaram diferenças significativas entre todos os geoambientes, destacando CRAR como a formação de maior riqueza e dispersão funcional. Já FEve e FDiv não mostraram diferenças significativas entre os geoambientes (Figura 8b).

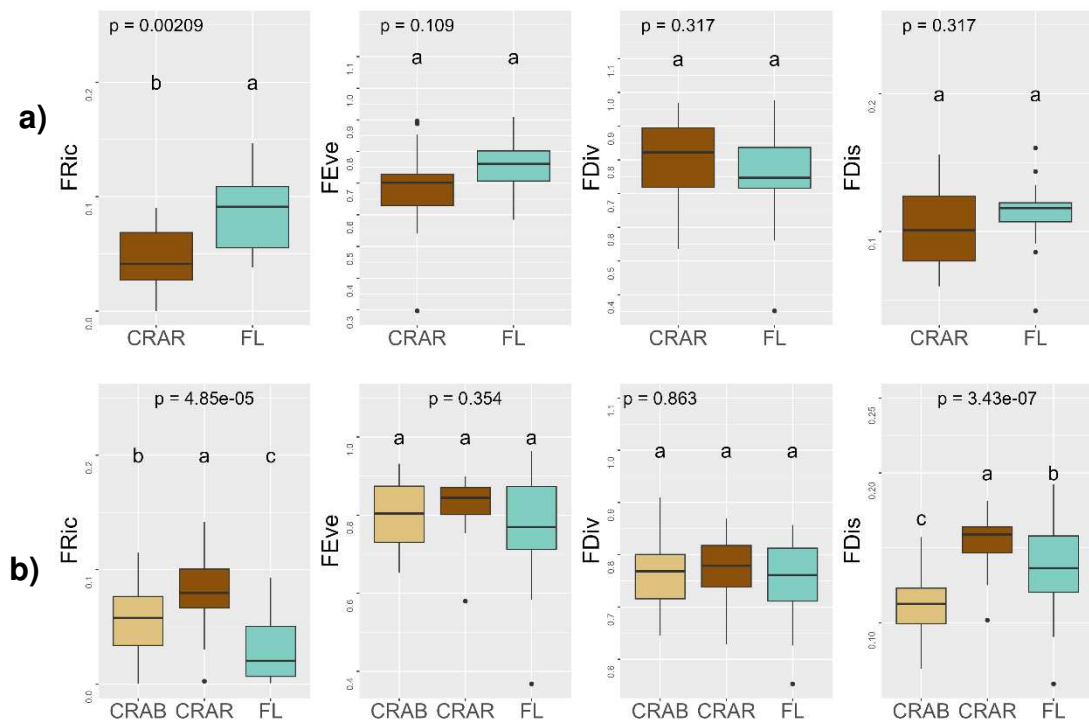


Figura 8 - Diversidade funcional dos estratos **(a)** Arbóreo e **(b)** Herbáceo das diferentes formações (Amarelo: CRAB - Campo Rupestre Aberto; Marrom: CRAR - Campo Rupestre Arbustivo; Verde: FL - Floresta) dos ferricretes do Araguaia, Pará. As letras diferentes indicam diferença significativa, p-valor < 0.05.

No estrato arbóreo, as formas de crescimento, síndrome de dispersão de sementes, SLA, e análise de nutrientes foliares, não mostraram diferenças significativas entre as formações de CRAR e FL (apêndice 2, apêndice 4). No estrato herbáceo, a forma de crescimento Erva foi predominante em CRAB, enquanto Árvore e Arbusto se destacaram em CRAR e FL. Liana e Subarbusto foram mais frequentes em FL e CRAR, respectivamente (apêndice 3). Diferenças significativas também foram observadas entre as formações para as síndromes de dispersão, com valores significativamente maiores de autocoria para CRAB, zoocoria em CRAR e anemocoria em FL (apêndice 3).

As áreas de CRAR apresentaram os maiores teores de conteúdo foliar para a maioria dos macronutrientes, exceto nitrogênio que foi maior em FL, e o K que não apresentou diferença entre CRAR e FL (figura 9). Em relação aos micronutrientes, as áreas de CRAB apresentaram os maiores teores de Fe e Zn, enquanto FL apresentou o maior conteúdo foliar de Mn, e CRAR destacou-se com os maiores conteúdos de Cu e B (figura 10). As formações de CRAR e FL apresentaram significativamente maior SLA em comparação a CRAB (Figura 10).

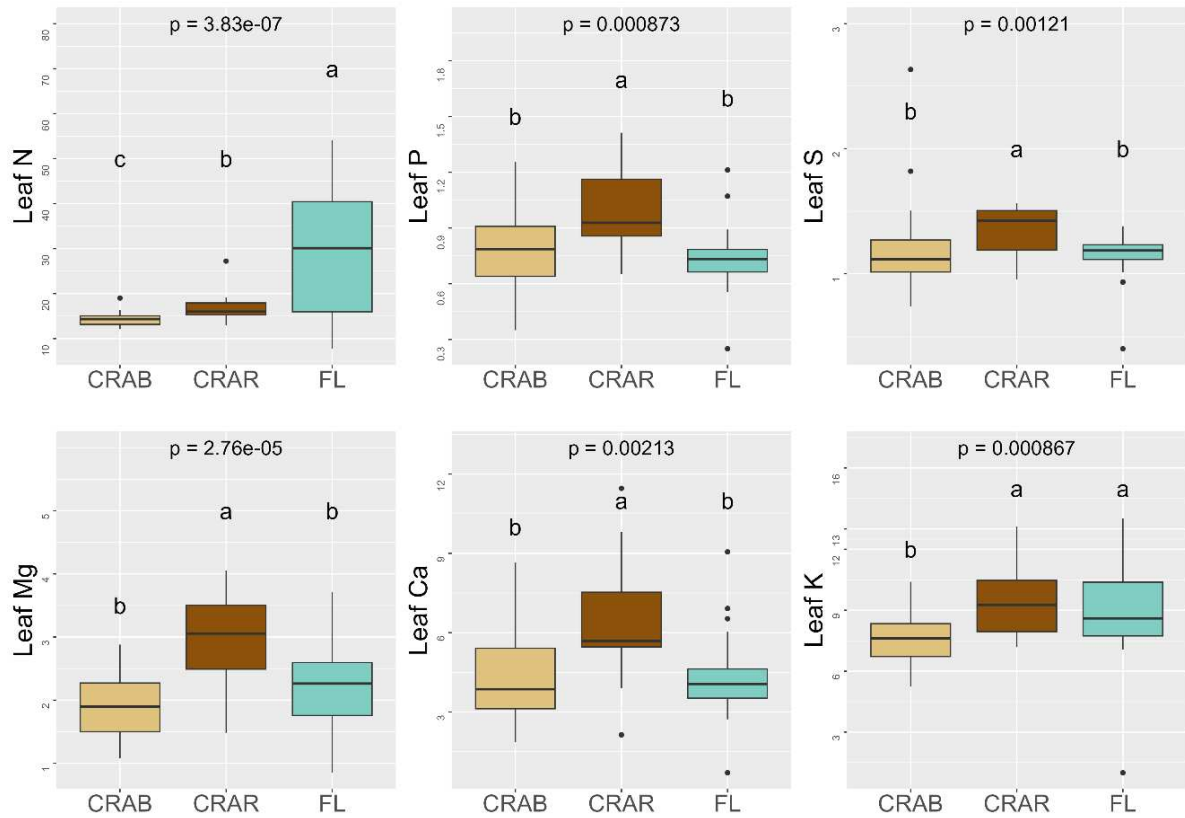


Figura 9 - CWM dos macronutrientes foliares. (leaf N) Nitrogênio, (leaf P) Fósforo, leaf S (Enxofre), (leaf Mg) Magnésio, (leaf Ca) Cálcio; (leaf K) Potássio, do estrato herbáceo dos ferricretes do Araguaia, Pará. (Amarelo: CRAB- Campo rupestre aberto; Marrom: CRAR – Campo rupestre arbustivo; Verde: FL – Floresta). As letras diferentes indicam diferença significativa, p – valor < 0.05.

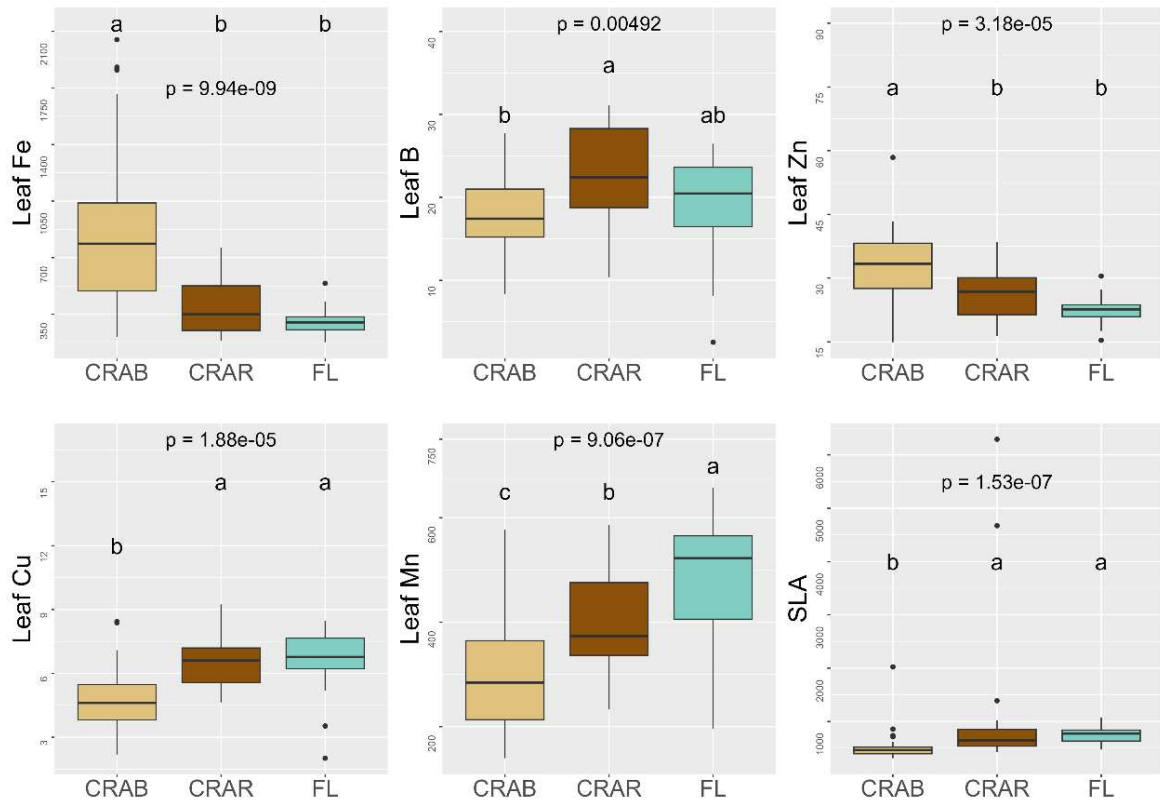


Figura 10 - CWM dos micronutrientes foliares. (leaf Fe) Ferro, (leaf B) Boro, leaf Zn (Zinco), (leaf Mn) Manganês, (leaf Cu) Cu; e SLA, do estrato herbáceo dos ferricretes do Araguaia, Pará. (Amarelo: CRAB- Campo rupestre aberto; Marrom: CRAR – Campo rupestre arbustivo; Verde: FL – Floresta). As letras diferentes indicam diferença significativa, p – valor < 0.05.

4. DISCUSSÃO

Este estudo contribui com informações acerca dos eventos que influenciam a formação das comunidades vegetais encontradas nos ferricretes do Araguaia. Os resultados revelaram que as diferentes comunidades são influenciadas por processos baseados na teoria de nicho, neste caso, filtragem ambiental e exclusão competitiva. A variação nas condições abióticas ao longo dos diferentes geoambientes parece ser o principal fator que leva a diferença nas métricas de diversidade nas comunidades de plantas dos ferricretes.

Os nossos resultados mostraram que a composição de espécies vegetais difere entre as comunidades, possivelmente em resposta às características ambientais específicas de cada ambiente. A associação entre CRAB e pH, e solos pobres em nutrientes, sugere que essa formação abriga espécies adaptadas a condições adversas, onde processos como a disponibilidade limitada de nutrientes podem atuar como um forte filtro ambiental. FL associada a solos com mais recurso, indica um ambiente mais fértil em comparação a CRAB e CRAR. Essa maior fertilidade pode

estar relacionada ao CO₂, que melhora as propriedades físico-químicas e biológicas do solo, atuando como fonte de energia para microrganismos responsáveis pela decomposição de resíduos orgânicos e liberam nutrientes essenciais para as plantas, sendo fundamental para a ciclagem de nutrientes (Pereira *et al.*, 2023).

A análise da estrutura filogenética mostrou agrupamento filogenético em CRAB e CRAR, porém, o maior agrupamento foi observado em CRAB. As condições, como a baixa disponibilidade de nutrientes nesse geoambiente atua na seleção de espécies mais aparentadas. Esse resultado é consistente com o processo de filtragem ambiental que mantém o conservantismo de nicho, pois espécies filogeneticamente próximas tendem a compartilhar adaptações similares (Cavender-Bares *et al.*, 2009; Gastauer e Meira-Neto, 2017). Em ambientes limitantes, como o campo rupestre, os filtros ambientais reduzem a diversidade filogenética e aumentam o agrupamento, sendo mais evidente em formações abertas (Miazaki, Gastauer, e Meira-Neto, 2015; Zappi *et al.*, 2017; Fialho, 2018).

O agrupamento filogenético e a maior diversidade taxonômica em CRAR também sugerem a influência de filtros ambientais. No entanto, a maior diversidade funcional indica que, apesar de aparentadas, as espécies possuem estratégias funcionais diversificadas para lidar com os desafios ambientais. Isso pode estar relacionada à coexistência de espécies com diferentes formas de vida, que empregam diferentes estratégias, contribuindo para uma maior diversidade funcional. Estudos anteriores relataram maior diversidade funcional em formações arbustivas de áreas de cangas, devido as diferentes formas de vida encontradas nessa formação, como ervas e espécies lenhosas (Gastauer *et al.*, 2021).

A estrutura filogenética em FL, tanto no estrato arbóreo quanto no herbáceo, indicou uma comunidade esperada ao acaso. Essa neutralidade pode ser explicada pela alternância entre as forças da ação de filtragem abiótica para biótica (Villa *et al.*, 2023) em um conjunto de espécies com predominância de conservadorismo de nicho (Wiens *et al.*, 2010; Wiens e Graham, 2005). Entretanto, no estrato herbáceo, apenas o NRI (não ponderado pela abundância) mostrou superdispersão filogenética, sugerindo que processos bióticos, como a competição, podem desempenhar um papel importante na organização da comunidade (Violle *et al.*, 2011; Segre, *et al.*, 2014). Além disso, a menor diversidade taxonômica reforça a atuação da competição, onde espécies funcionalmente semelhantes estão competindo pelos mesmos recursos e

são excluídas da comunidade. Esse processo de exclusão competitiva reduz a riqueza e a abundância de espécies (Galván-Cisneros *et al.*, 2023), promovendo a coexistência de organismos com estratégias funcionais distintas.

As formações de CRAR e FL apresentaram as maiores concentrações de nutrientes foliares, principalmente dos macronutrientes. Esses resultados indicam que as espécies de ambas formações possuem alta rotatividade foliar e maiores taxas fotossintéticas (Bahar, *et al.*, 2017). A maior concentração de N foliar em FL, indica que esse ambiente possui mais recursos e fertilidade. No entanto, níveis elevados de fertilidade do solo podem reduzir a diversidade de espécies, devido à competição interespecífica pelos recursos disponíveis (Pena-Claros *et al.*, 2012). As espécies de CRAR e FL com maior SLA, empregam uma estratégia de aquisição de recursos, como, por exemplo, uma maior eficiência no uso de luz, maior fixação de carbono por meio da fotossíntese e crescimento rápido (Pérez-Harguindeguy *et al.*, 2013; Cheng *et al.*, 2014; Liu *et al.*, 2022; Araújo *et al.*, 2023). O tamanho da folha impacta diretamente na captura de recursos fotossintéticos, pois folhas maiores possuem maior área disponível para a interceptação de luz, aumentando a taxa de aquisição de recursos (Hodgson *et al.*, 2017).

Os micronutrientes apresentaram uma pequena variação, destacando CRAB como a formação de maior conteúdo foliar de Zn e Fe. Similar aos nossos resultados, (Mitre *et al.*, 2018) também encontraram concentrações significativamente maiores de Fe e Zn em espécies de afloramentos ferríferos das cangas de Carajás, indicando hiperacumulação em algumas plantas. Espécies hiperacumuladoras podem absorver e acumular metais pesados acima do solo, principalmente nas folhas (Sytar *et al.*, 2021). A absorção e o acúmulo de metais pela planta podem estar associada a estratégia de defesa, contra a seca ou contra herbívoros e patógenos (Sytar *et al.*, 2021). As espécies de CRAB apresentaram uma estratégia conservativa, onde otimizam a conservação de recursos, gerando proteção, maior longevidade foliar e taxas mais lentas de crescimento (Pérez-Harguindeguy *et al.*, 2013; Cheng *et al.*, 2014; Araújo *et al.*, 2023). Os resultados da SLA podem ser associados as diferenças entre as condições ambientais como a disponibilidade de nutrientes e fertilidade do solo (Liu *et al.*, 2017; Da Costa, *et al.*, 2020.) Em ambientes mais limitantes, as espécies tendem a investir na construção dos tecidos foliares, resultando em menor SLA (Pérez-Harguindeguy *et al.*, 2013).

Os resultados das síndromes de dispersão mostraram que anemocoria foi significativamente maior em FL. Esse resultado contradiz o padrão esperado para a Floresta Amazônica, onde a maioria das espécies são zoocóricas. Estudos anteriores observaram que diferentes síndromes de dispersão estão significativamente associadas as formas de vida da vegetação, como as lianas, plantas que crescem sobre outras, principalmente sobre a copa das árvores em formações florestais, buscando luz e maior exposição ao efeito do vento (Ramírez, Barrios e Briceño, 2021; Kuhlmann e Ribeiro, 2016). Nos nossos resultados, a forma de crescimento liana e a síndrome de dispersão anemocórica se destacaram na formação de FL, indicando que a presença dessas espécies pode ter influenciado o padrão de dispersão encontrado nessa formação. A síndrome de dispersão zoocórica foi significativamente maior em CRAR, destacando a importância desse geoambiente para a fauna local. Já a Autocoria foi significativamente maior em CRAB, essa síndrome de dispersão está geralmente associada as espécies de porte herbáceo, e ocorre em períodos quentes e secos (Kuhlmann e Ribeiro, 2016), características de ambientes como CRAB, que possui dispersão mais simples e de menor custo energético.

5. CONCLUSÃO

Os nossos resultados mostraram que a composição das comunidades vegetais difere entre os geoambientes. O CRAB apresentou a menor diversidade funcional e maior agrupamento filogenético, o que pode ser atribuído às condições do ambiente que seleciona espécies adaptadas a estratégias conservativas. Apesar de CRAR apresentar agrupamento filogenético, a coexistência de espécies com diferentes formas de vida resulta em estratégias funcionais diversificadas. A estrutura filogenética esperada ao acaso em FL reforça a ideia de um equilíbrio entre filtragem ambiental e competição. No entanto, a menor diversidade taxonômica indica uma forte influência da competição, que reduz a riqueza a partir da exclusão competitiva entre espécies funcionalmente semelhantes, limitando a diversidade taxonômica.

Os resultados mostraram que as diferentes formações apresentaram características distintas, o que reforça a necessidade de estratégias de conservação que considerem todo o gradiente de vegetação dos ferricretes do Araguaia. Dado o histórico de pressões antrópicas na região, torna-se fundamental a implementação de políticas públicas que priorizem a proteção desses geoambientes.

6. REFERÊNCIAS

ANDERSON, T.H.; DOMSCH, E.K.H. The metabolic quotient for CO₂ (q_{CO_2}) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 25, n. 3, p. 393–95, 1993. doi:10.1016/0038-0717(93)90140-7.

ARAÚJO, I.; SCALON, M. C.; AMORIM, I.; MENOR, I. O.; CRUZ, W. J. A.; REIS, S. M.; SIMIONI, P. F.; MARIMON, B. S. Morpho-anatomical traits and leaf nutrient concentrations vary between plant communities in the Cerrado–Amazonia transition? **Flora**, v. 306: 152366, 2023. doi:10.1016/j.flora.2023.152366.

BAHAR, N. H. et al. Leaf-level photosynthetic capacity in lowland Amazonian and high-elevation Andean tropical moist forests of Peru. **New Phytologist**, v. 214, n. 3, p. 1002-1018, 2017.

BARALOTO, C., HARDY, O. J., PAINE, C. T., DEXTER, K. G., CRUAUD, C., DUNNING, L. T., CHAVE, J. Using functional traits and phylogenetic trees to examine the assembly of tropical tree communities. **Journal of ecology**, v. 100, n. 3, p. 690-701, 2012.

BOURMAN, R. P.; OLLIER, C. D. A critique of the Schellmann definition and classification of 'laterite'. **Catena**, v. 47, n. 2, p. 117-131, 2002.

CAVENDER-BARES, J.; KOZAK, K. H.; FINE, P. V. A. KEMBEL, S. W. The Merging of Community Ecology and Phylogenetic Biology. **Ecology Letters**, v. 12, n. 7, p. 693–715, 2009. doi:10.1111/j.1461-0248.2009.01314.x.

COMITA, L. S.; URIARTE, M.; FORERO-MONTAÑA, J.; KRESS, W. J.; SWENSON, N. G.; THOMPSON, J.; UMAÑA, M. N.; ZIMMERMAN, J. K. Changes in Phylogenetic Community Structure of the Seedling Layer Following Hurricane Disturbance in a Human-Impacted Tropical Forest. **Forests**, v. 9, n. 9, p. 556, 2018. doi:10.3390/f9090556.

COPPI, A.; LAZZARO, L.; AMPOORTER, E.; BAETEN, L.; VERHEYEN, K. SELVI, F. Understorey phylogenetic diversity in thermophilous deciduous forests: overstorey species identity can matter more than species richness. **Forest Ecosystems**, v. 6, n. 1, p. 37, p. 2019. doi:10.1186/s40663-019-0191-1.

DA COSTA, H. de J. A et al. CSR ecological strategies, functional traits and trade-offs of woody species in Amazon sandplain forest. **Flora**, v. 273, p. 151710, 2020.

FIALHO, I. F. **Sazonalidade aumenta agrupamento filogenético de comunidades rupestres neotropicais**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, p. 54, 2018.

FIGUEIREDO, A. J. A.; SOUZA, J. O. OLIVATTI, O. 2001. **Conceição do Araguaia: folha [SC.22-X-B].** CPRM. Technical Report. <http://rigeo.sgb.gov.br/jspui/handle/doc/5363> (17 de julho de 2024)

FINE, P. V. A. KEMBEL, S. W. Phylogenetic Community Structure and Phylogenetic Turnover across Space and Edaphic Gradients in Western Amazonian Tree Communities. **Ecography**, v. 34, n. 4, p. 552–65, 2011. doi:10.1111/j.1600-0587.2010.06548.x.

GALVÁN-CISNEROS, C. M. et al. Simultaneous competition and environmental filtering in woody communities of the understory of Eucalyptus plantations in the Cerrado. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics**, v. 59, p. 125731, 2023.

GASTAUER, M. MEIRA, J. A. A.Updated Angiosperm Family Tree for Analyzing Phylogenetic Diversity and Community Structure. **Acta Botanica Brasilica**, v. 31, p. 191–98, 2017. doi:10.1590/0102-33062016abb0306.

GASTAUER, M. MEIRA-NETO, J. A. A.Avoiding inaccuracies in tree calibration and phylogenetic community analysis using Phylocom 4.2. **Ecological Informatics**, v. 15, p. 85–90, 2013. doi:10.1016/j.ecoinf.2013.03.005.

GASTAUER, M. MEIRA-NETO, J. A. A.Interactions, Environmental Sorting and Chance: Phylostructure of a Tropical Forest Assembly. **Folia Geobotanica**, v. 49, n. 3, p. 443–59, 2014. DOI:10.1007/S12224-013-9181-1.

GASTAUER, M.; MITRE, S. K.; CARVALHO, C. S.; TREVÉLIN, L. C.; SARMENTO, P. S. M.; MEIRA-NETO, J. A. A.; CALDEIRA, C. F.; RAMOS, S. J. JAFFÉ, R. Landscape Heterogeneity and Habitat Amount Drive Plant Diversity in Amazonian Canga Ecosystems. **Landscape Ecology**, v. 36, n. 2, p. 393–406, 2021. doi:10.1007/s10980-020-01151-0.

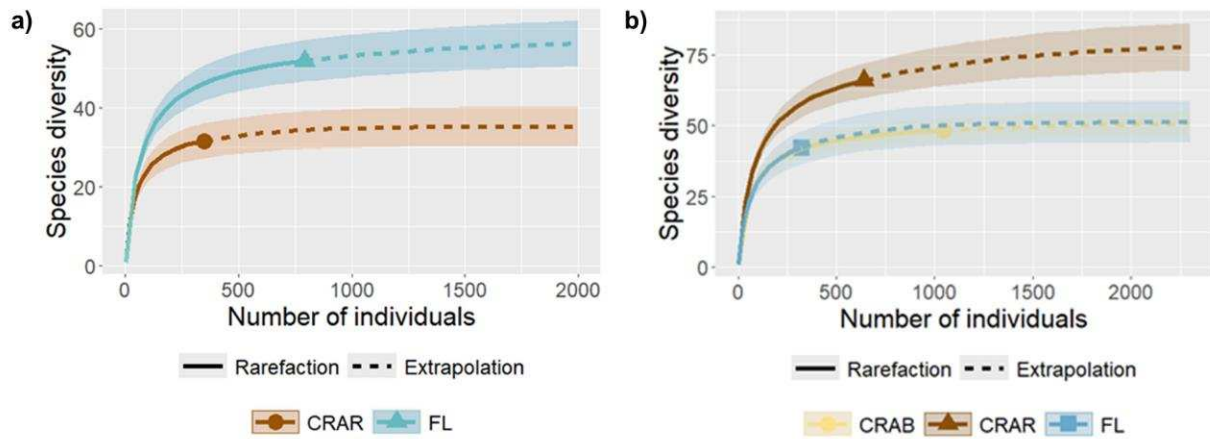
- GILBERT, B. LEVINE, J. M. Ecological drift and the distribution of species diversity. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 284, n. 1855, p. 20170507, 2017. doi:10.1098/rspb.2017.0507
- GÖTZENBERGER, L., de BELLO, F., BRÅTHEN, K. A., DAVISON, J., DUBUIS, A., GUIBAN, A., ZOBEL, M. Ecological assembly rules in plant communities—approaches, patterns and prospects. **Biological reviews**, v. 87, n. 1, p. 111-127, 2012.
- HUSSON, F. et al. FactoMineR” package multivariate: exploratory data analysis and data mining. **R Studio package version**, v. 1, p. 14, 2017.
- HOMIEER, J.; KURZATKOWSKI, D. LEUSCHNER, C. Stand dynamics of the drought-affected floodplain forests of Araguaia River, Brazilian Amazon. **Forest Ecosystems**, v. 4, n. 1, p. 10 2017. doi:10.1186/s40663-017-0097-8.
- KANG, S.; NIU, J.; ZHANG, Q.; ZHANG, X.; HAN, G. ZHAO, M. Niche Differentiation Is the Underlying Mechanism Maintaining the Relationship between Community Diversity and Stability under Grazing Pressure. **Global Ecology and Conservation**, v. 24, e01246, 2020. doi:10.1016/j.gecco.2020.e01246.
- KEMBEL, S. W. HUBBELL, S. P. The phylogenetic structure of a neotropical forest tree community. **Ecology**, v. 87, n. 7, p. S86–99, 2006.
- KUHLMANN, M. RIBEIRO, J. F. Evolution of Seed Dispersal in the Cerrado Biome: Ecological and Phylogenetic Considerations. **Acta Botanica Brasilica**, v 30, p. 271–82, 2016. doi:10.1590/0102-33062015abb0331.
- LALIBERTÉ, E.; WELLS, J. A.; DECLERCK, F.; METCALFE, D. J.; CATTERALL, C. P.; QUEIROZ, C.; AUBIN, I.; BONSER, S. P.; DING, Y.; FRATERRIGO, J. M.; MCNAMARA, S.; MORGAN, J. W.; MERLOS, D. S.; VESK, P. A. MAYFIELD, M. M. Land-Use Intensification Reduces Functional Redundancy and Response Diversity in Plant Communities. **Ecology Letters**, v. 13, n. 1, p. 76–86, 2010. doi:10.1111/j.1461-0248.2009.01403.x.
- LALIBERTÉ, E.; LEGENDRE, P. A distance-based framework for measuring functional diversity from multiple traits. **Ecology**, v. 91, n. 1, p. 299-305, 2010.

- LIU, M.; WANG, Z.; LI, Z.; LÜ, X.; WANG, X. HAN, X. Changes in Specific Leaf Area of Dominant Plants in Temperate Grasslands along a 2500-Km Transect in Northern China. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 10780, 2017. doi:10.1038/s41598-017-11133.
- MARTORANO, L. Estudos climáticos do Estado do Pará, classificação climática (Köppen) e deficiência hídrica (Thorntwaite, Mather). SUDAM: **EMBRAPA-SNLCS**, 1993.
- MELO, A. S. O que ganhamos 'confundindo' riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? **Biota Neotropica**, v. 8, p. 21–27, 2008. doi:10.1590/S1676-06032008000300001.
- MENSAH, S.; DIMOBE, K.; NOULÈKOUN, F.; PLAS, F. V.; SEIFERT, T. Phylogenetic diversity and community wide-trait means offer different insights into mechanisms regulating aboveground carbon storage. **Science of The Total Environment**, v. 907, p. 167905, 2024. doi:10.1016/j.scitotenv.2023.167905.
- MIAZAKI, A. S.; GASTAUER, M.; MEIRA-NETO, J. A. A. Environmental Severity Promotes Phylogenetic Clustering in *Campo Rupestre* Vegetation. **Acta Botanica Brasilica**, v. 29, p. 561–66, 2015. doi:10.1590/0102-33062015abb0136.
- MITRE, S. K.; MARDEGAN, S. F.; CALDEIRA, C. F.; RAMOS, S. J.; NETO, A. F.; SIQUEIRA, J. O.; GASTAUER, M. Nutrient and Water Dynamics of Amazonian Canga Vegetation Differ among Physiognomies and from Those of Other Neotropical Ecosystems. **Plant Ecology**, v. 219, n. 11, p. 1341–53, 2018. doi:10.1007/s11258-018-0883-6.
- MOTA, N. F. de O. et al. Cangas da Amazônia: a vegetação única de Carajás evidenciada pela lista de fanerógamas. **Rodriguésia**, v. 69, n. 3, p. 1435-1488, 2018.
- PEÑA-CLAROS, M. P. L., ALARCÓN, A., BLATE, G., CHOQUE, U., FREDERICKSEN, T. S., TOLEDO, M. Soil effects on forest structure and diversity in a moist and a dry tropical forest. **Biotropica**, v. 44, n. 3, p. 276-283, 2012.
- PEREIRA, W. da S., RIBEIRO, P. G., MARTINS, G. C., VALADARES, R. B., BITENCOURT, J. A., RAMOS, S. Estoque de carbono e a qualidade do solo. In: GIANNINI, T. C., **O capital natural das florestas de Carajás**. Organização: Instituto Tecnológico Vale. Belém - Pará. 2023. cap. 12, p.131 -137.

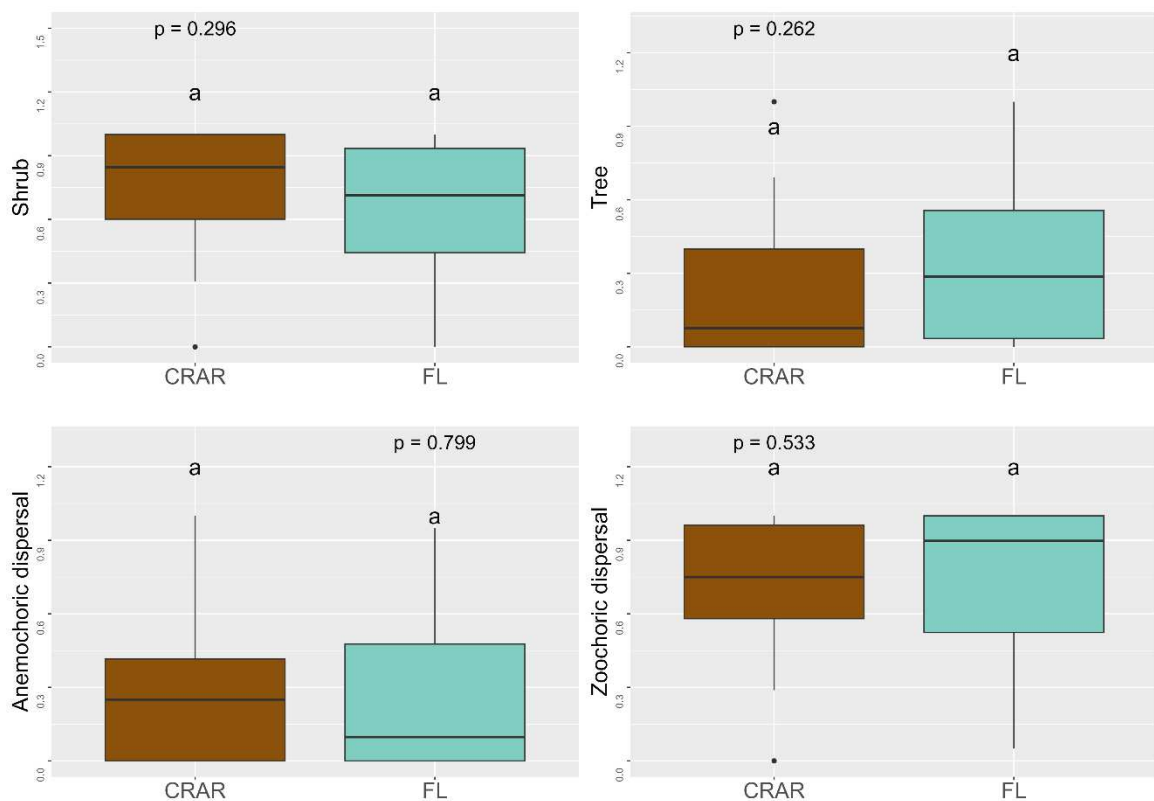
- OKSANEN, J.; SIMPSON, G. L.; BLANCHET, F. G.; KINDT, R.; LEGENDRE, P.; MINCHIN, P. R.; O'HARA, R. B. et al. 2024. *vegan*: Community Ecology Package. <https://cran.r-project.org/web/packages/vegan/index.html> (17 de julho de 2024).
- SILVA, E. E.; AZEVEDO, P. H. S.; DE-POLLI, H. 2007. Determinação do carbono da biomassa microbiana do solo (BMS-C). <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/625010> (23 de julho de 2024).
- SWENSON, N. G.; ENQUIST, B. J. Opposing assembly mechanisms in a Neotropical dry forest: implications for phylogenetic and functional community ecology. **Ecology**, v. 90, n. 8, p. 2161-2170, 2009.
- SYTAR, O.; GHOSH, S.; MALINSKA, H.; ZIVCAK, M.; BRESTIC, M. Physiological and Molecular Mechanisms of Metal Accumulation in Hyperaccumulator Plants. **Physiologia Plantarum**, v. 173, n 1, p. 148–66, 2021. doi:10.1111/ppl.13285.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G.. 2017a. *Manual de métodos de análise de solo*. Brasília, DF: **Embrapa**, 2017. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1085209> (5 de agosto de 2024).
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. 2017b. *Manual de métodos de análise de solo*. Brasília, DF: **Embrapa**, 2017. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1085209> (4 de agosto de 2024).
- VILLA, P. M.; MEIRA-NETO, J. A. A.; DINIZ, E. S.; ALI, A.; NERI, A. V.; MARTINS, S. V.; CAMPOS, P. V.; PINTO-JUNIOR, H. V.; COSTA, J. S.; COELHO, A. J, P.; BAO, F.; LIMA, G. A.; RAPINI, A. Soil factors rather than stand age drive tree phylogenetic diversity along Amazon Forest succession. **Ecological Engineering**, v. 189, p. 106915, 2023. doi:10.1016/j.ecoleng.2023.106915.
- VILLÉGER, S.; MASON, N. W. H.; MOUILLOT, D. New Multidimensional Functional Diversity Indices for a Multifaceted Framework in Functional Ecology. **Ecology**, v. 89, n. 8, p. 2290–2301, 2008. doi:10.1890/07-1206.1.
- VIOLLE, C., NEMERGUT, D. R., Pu, Z., & JIANG, L. Phylogenetic limiting similarity and competitive exclusion. **Ecology letters**, v. 14, n. 8, p. 782-787, 2011.
- WEBB, C. O.; DONOGHUE, M. J. Phylomatic: tree assembly for applied phylogenetics. **Molecular Ecology Notes**, v. 5, p. 181–83, 2005. doi:<http://dx.doi.org/10.1111/j.1471-8286.2004.00829.x>.

- WEBB, C. O. Exploring the Phylogenetic Structure of Ecological Communities: An Example for Rain Forest Trees. **The American Naturalist**, v. 156, n. 2, p. 145–55, 2000. doi:10.1086/303378.
- WIENS, J. J. et al. Niche conservatism as an emerging principle in ecology and conservation biology. **Ecology letters**, v. 13, n. 10, p. 1310-1324, 2010.
- WIENS, J. J.; GRAHAM, C. H. Niche conservatism: integrating evolution, ecology, and conservation biology. **Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.**, v. 36, n. 1, p. 519-539, 2005.
- WUANA, R. A.; OKIEMEN, F. E. Heavy Metals in Contaminated Soils: A Review of Sources, Chemistry, Risks and Best Available Strategies for Remediation. **International Scholarly Research Notices**, v. 2011, n. 1, p. 402647, 2011. doi:10.5402/2011/402647.
- ZAPPI, D. C.; MORO, M. F.; MEAGHER, T. R.; LUGHADHA, E. N. Plant Biodiversity Drivers in Brazilian Campos Rupestres: Insights from Phylogenetic Structure. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, p. 2141, 2017. doi:10.3389/fpls.2017.02141.
- ZHOU, W.; ZHANG, Y.; ZHANG, S.; YAKIMOV, B. N.; MA, K. Phylogenetic and Functional Traits Verify the Combined Effect of Deterministic and Stochastic Processes in the Community Assembly of Temperate Forests along an Elevational Gradient. **Forests**, v. 12, n. 5, p. 591, 2021. doi:10.3390/f12050591.

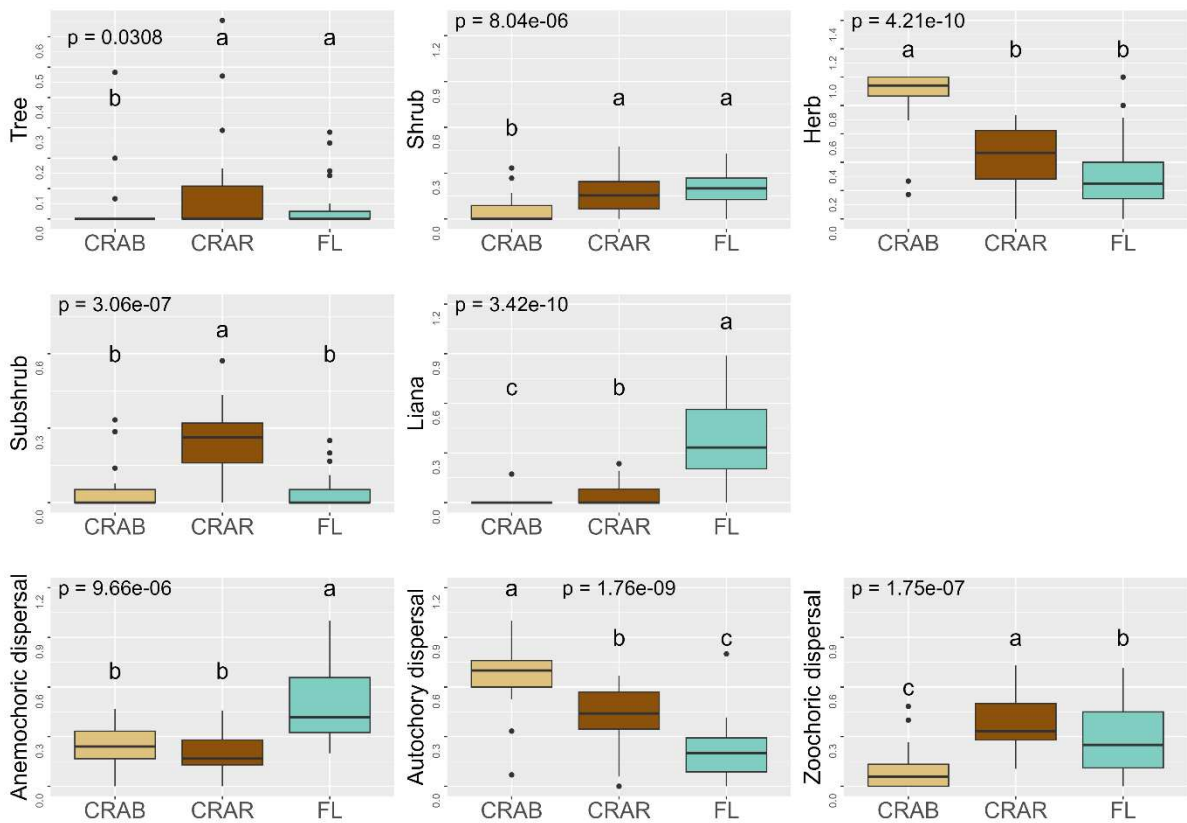
7. APÊNDICES



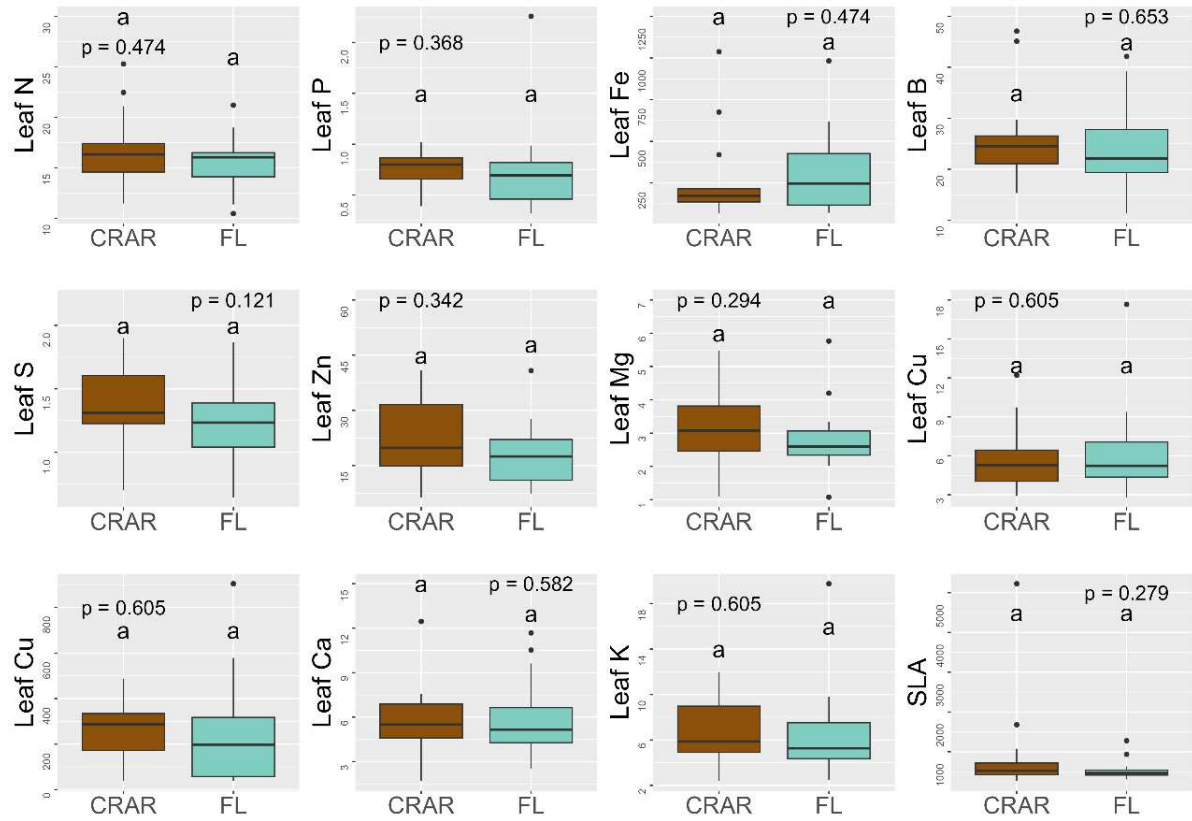
Apêndice 1 – Rarefação da diversidade de espécie (linha contínua) e curvas de extrapolação (linhas tracejadas), dos estratos **a)** arbóreo e **b)** herbáceo das diferentes formações (CRAB – Campo Rupestre Aberto, CRAR – Campo Rupestre Arbustivo e FL - Floresta.)



Apêndice 2 – CWM do estrato arbóreo das formas de crescimento (árvore; arbusto) e das síndromes de dispersão (anemocórica; zoocórica). (Marrom: CRAR – Campo Rupestre Arbustivo, Verde: FL – Floresta). As letras diferentes indicam diferença significativa, p – valor < 0.05.



Apêndice 3– CWM do estrato herbáceo das formas de crescimento (árvore; arbusto; erva; subarbusto; liana) e das síndromes de dispersão (anemocórica; autocórica; zocórica). (Amarelo: CRAB – Campo Rupestre Aberto; Marrom: CRAR – Campo Rupestre Arbustivo, Verde: FL – Floresta). As letras diferentes indicam diferença significativa, p – valor < 0.05.



Apêndice 4 – Estrato arbóreo. CWM de macro e micronutrientes foliares; e SLA (área foliar específica), das formações de CRAR – Campo rupestre arbustivo e FL – Floresta. As letras diferentes indicam diferença significativa, p-valor < 0.05.

Apêndice 5 – Tabela com as médias da estrutura filogenética das formações de CRAB – Campo Rupestre Aberto; CRAR – Campo Rupestre Arbustivo e FL – Floresta.

Metrics	Fisionomy	test	mean	p-value
se.PD	CRAB	t-test	-0.90398	3.46e-06
	CRAR	t-test	-0.7300708	0.01954
	FL	Wilcox -test	0.219052	0.1193
NRI	CRAB	Wilcox-test	0.838792	7.88e-05
	CRAR	t-test	0.673033	0.0392
	FL	Wilcox -test	-0.30993	0.04599
NTI	CRAB	t-test	1.098205	2.13e-07
	CRAR	t-test	1.032014	0.002294
	FL	t- test	-0.30786	0.2078
NRI_a	CRAB	Wilcox-test	0.838708	0.000106
	CRAR	t-test	0.662786	0.04277
	FL	Wilcox -test	-0.27225	0.05469
NTI_a	CRAB	t-test	1.094524	1.81e-07
	CRAR	t-test	1.013871	0.003064
	FL	t- test	-0.29249	0.2204

Apêndice 6- Tabela com a abundância das espécies encontradas no estrato arbóreo dos ferricretes do Araguaia. FL – Floresta e CRAR – Campo Rupestre Arbustivo.

Família	Espécies	CRAR	FL	Rank
Menispermaceae	<i>Abuta grandifolia</i> (Mart.) Sandwith	0	7	7
Opiliaceae	<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook.f.	0	1	1
Euphorbiaceae	<i>Alchornea discolor</i> Poepp.	8	20	28
Fabaceae	<i>Amphiodon effusus</i> Huber	1	22	23
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	7	1	8
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	0	21	21
Fabaceae	<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg.	0	4	4
Fabaceae	<i>Andira sp</i> Lam.	0	5	5
Fabaceae	<i>Andira surinamensis</i> (Bondt) Splitg. ex Amshoff	2	0	2
Fabaceae	<i>Andira vermifuga</i> (Mart.) Benth.	5	0	5
Annonaceae	<i>Annona coriacea</i> Mart.	1	0	1
Annonaceae	<i>Annona exsucca</i> DC.	0	2	2
Annonaceae	<i>Annona neoinsignis</i> H.Rainer	1	1	2
Annonaceae	<i>Annona sp</i> Juss.	2	110	112

Annonaceae	<i>Annonaceae</i> Juss.	0	5	5
Malvaceae	<i>Apeiba tibourbou</i> Aubl.	1	3	4
Fabaceae	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	0	8	8
Apocynaceae	<i>Aspidosperma desmanthum</i> Benth. ex Mart.Arg.	0	3	3
Apocynaceae	<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart.	0	4	4
Apocynaceae	<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart. & Zucc.	0	1	1
Arecaceae	<i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.	0	1	1
Malpighiaceae	<i>Byrsonima chrysophylla</i> Kunth	15	0	15
Malpighiaceae	<i>Byrsonima sp</i> Rich. ex Kunth	17	19	36
Malpighiaceae	<i>Byrsonima stipulacea</i> A.Juss.	0	1	1
Myrtaceae	<i>Campomanesia aromatica</i> (Aubl.) Griseb.	0	1	1
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	2	0	2
Salicaceae	<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	0	4	4
Salicaceae	<i>Casearia sp</i> Jacq.	2	4	6
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	0	3	3
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	0	1	1
Fabaceae	<i>Chloroleucon tortum</i> (Mart.) Pittier	0	5	5
Rubiaceae	<i>Chomelia ribesoides</i> Benth. ex A.Gray	13	4	17
	Cipo sp	11	0	11
Moraceae	Clarisia sp	0	1	1
Bixaceae	<i>Cochlospermum orinocense</i> (Kunth) Steud.	2	0	2
Bixaceae	<i>Cochlospermum regium</i> (Mart. ex Schrank) Pilg.	0	4	4
Combretaceae	<i>Combretum laxum</i> Jacq.	2	1	3
Combretaceae	<i>Combretum sp</i> Loefl.	1	0	1
Connaraceae	<i>Connarus perrottetii</i> (DC.) Planch.	4	2	6
Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	0	7	7
Cordiaceae	<i>Cordia sp</i> L.	0	1	1
Cordiaceae	<i>Cordia bicolor</i> A.DC.	2	0	2
Rubiaceae	<i>Cordia sp</i> A.Rich. ex DC.	0	1	1
Sapindaceae	<i>Cupania scrobiculata</i> Rich.	0	2	2
Fabaceae	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	3	1	4
Fabaceae	<i>Dioclea violacea</i> Mart. ex Benth.	0	1	1
Annonaceae	<i>Duguetia riparia</i> Huber	0	1	1
Humiriaceae	<i>Endopleura uchi</i> (Huber) Cuatrec.	0	5	5
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum carajasense</i> (Plowman) Costa-Lima	2	0	2
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum sp</i> P.Browne	3	0	3
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum squamatum</i> Sw.	4	5	9
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i> A.St.-Hil.	6	0	6
Myrtaceae	<i>Eugenia sp</i> L.	0	3	3
Fabaceae	Fabaceae sp Lindl.	0	1	1
Euphorbiaceae	<i>Glycydendron amazonicum</i> Ducke	0	2	2
Annonaceae	<i>Guatteria sp</i> Ruiz & Pav.	0	2	2
Annonaceae	<i>Guatteria punctata</i> (Aubl.) R.A.Howard	0	8	8
Bignoniaceae	<i>Handroanthus sp</i> Mattos	2	2	4
Olcaceae	<i>Heisteria ovata</i> Benth.	0	8	8

Apocynaceae	<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson	0	20	20
Apocynaceae	<i>Himatanthus sucuubus</i> (Spruce ex Müll.Arg.) Woodson	0	4	4
Apocynaceae	<i>Himatanthus articulatus</i> (Vahl) Woodson	1	0	1
Crysobalanaceae	<i>Hirtella</i> sp L.	3	0	3
Crysobalanaceae	<i>Hirtella</i> sp2 L.	0	1	1
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	0	13	13
Fabaceae	<i>Inga</i> sp Mill.	0	2	2
Fabaceae	<i>Inga capitata</i> Desv.	2	0	2
Fabaceae	<i>Inga edulis</i> Mart.	10	0	10
Caricaceae	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	0	1	1
Lauraceae	<i>Lauracea</i> sp Juss.	0	1	1
Chrysobalanaceae	<i>Licania alba</i> (Bernoulli) Cuatrec.	0	1	1
Chrysobalanaceae	<i>Licania canescens</i> Benoist	0	1	1
Chrysobalanaceae	<i>Licania</i> sp Aubl.	0	11	11
Euphorbiaceae	<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	8	18	26
Euphorbiaceae	<i>Mabea</i> sp Aubl.	0	14	14
Fabaceae	<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	0	2	2
Fabaceae	<i>Machaerium</i> sp Pers.	0	4	4
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	0	2	2
Euphorbiaceae	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	2	0	2
Phyllanthaceae	<i>Margaritaria nobilis</i> L.f.	0	22	22
Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	0	4	4
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	2	0	2
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp Ruiz & Pav.	1	0	1
Euphorbiaceae	<i>Microstachys glandulosa</i> (Mart.) F.Dietr.	4	0	4
Melastomataceae	<i>Mouriri elliptica</i> Mart.	4	3	7
Melastomataceae	<i>Mouriri pusa</i> Gardner	3	0	3
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	0	10	15
Myrtaceae	<i>Myrcia</i> sp Juss.	0	4	4
Myrtaceae	Myrtaceae Juss.	2	0	2
Nyctaginaceae	<i>Neea ovalifolia</i> Spruce ex J.A.Schmidt	0	2	2
Arecaceae	<i>Oenocarpus distichus</i> Mart.	1	2	3
Annonaceae	<i>Onychopetalum amazonicum</i> R.E.Fr.	0	1	1
Ochnaceae	<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	3	1	4
Malvaceae	<i>Pachira</i> sp Aubl.	0	1	1
Fabaceae	<i>Parkia platycephala</i> Benth.	9	2	11
Lythraceae	<i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl	4	39	43
Rubiaceae	<i>Posoqueria</i> sp Aubl.	0	3	3
Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	1	1	2
Sapotaceae	<i>Pouteria</i> sp Aubl.	0	18	18
Burseraceae	<i>Protium decandrum</i> (Aubl.) Marchand	1	54	55
Burseraceae	<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	0	1	1
Burseraceae	<i>Protium pilosum</i> (Cuatrec.) Daly	0	1	1
Burseraceae	<i>Protium</i> sp Burm.f.	0	14	14
Burseraceae	<i>Protium subserratum</i> (Engl.) Engl.	0	21	21
Fabaceae	<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	1	0	1

Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	2	0	2
Vochysiaceae	<i>Qualea multiflora</i> Mart.	28	15	43
Vochysiaceae	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	76	40	116
Proteaceae	<i>Roupala montana</i> Aubl.	1	0	1
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	0	2	2
Polygalaceae	<i>Securidaca rivinifolia</i> A.St.-Hil. & Moq.	1	0	1
Fabaceae	<i>Senegalia polyphylla</i> (DC.) Britton & Rose	0	1	1
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	34	26	56
Anacardiaceae	<i>Spondias mombin</i> L.	0	3	3
Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	5	1	6
Fabaceae	<i>Stryphnodendron guianense</i> (Aubl.) Benth.	0	2	2
Fabaceae	<i>Stryphnodendron pulcherrimum</i> (Willd.) Hochr.	1	3	4
Fabaceae	<i>Swartzia apetala</i> Raddi	0	3	3
Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i> King	0	1	1
Arecaceae	<i>Syagrus cocooides</i> Mart.	3	11	14
Fabaceae	<i>Tachigali paniculata</i> Aubl.	0	3	3
Fabaceae	<i>Tachigali vulgaris</i> L.G.Silva & H.C.Lima	0	2	2
Anacardiaceae	<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth.	0	2	2
Rubiaceae	<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schldl.) K.Schum.	3	1	4
Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i> Aubl.	0	2	2
Hypericaceae	<i>Vismia cayennensis</i> (Jacq.) Pers.	0	10	10
Lamiaceae	<i>Vitex polygama</i> Cham.	2	5	7
Vochysiaceae	<i>Vochysia haenkeana</i> Mart.	2	1	3
Olacaceae	<i>Ximena americana</i> L.	0	12	12
Annonaceae	<i>Xylopiya aromatica</i> (Lam.) Mart.	3	15	18
Annonaceae	<i>Xylopiya sericea</i> A.St.-Hil.	5	5	10
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	0	1	1
Rhamnaceae	<i>Ziziphus cinnamomum</i> Triana & Planch.	0	2	2

Apêndice 7 – Tabela com abundância das espécies encontradas no estrato herbáceo dos ferricretes do Araguaia. FL – Floresta, CRAB – Campo Rupestre Aberto e CRAR – Campo Rupestre Arbustivo.

Família	Espécies	FL	CRAB	CRAR	Rank
Menispermaceae	<i>Abuta grandifolia</i> (Mart.) Sandwith	6	0	8	14
Fabaceae	<i>Aeschynomene americana</i> L.	0	1	0	1
Fabaceae	<i>Aeschynomene</i> L.	0	4	0	4
Orobanchaceae	<i>Agalinis</i> sp (Raf.)	0	0	2	2
Euphorbiaceae	<i>Alchornea discolor</i> Poepp.	0	4	0	4
Iridaceae	<i>Alophia</i> sp Herb.	5	0	0	5
Lamiaceae	<i>Amasonia campestris</i> (Aubl.) Moldenke	2	0	0	2
Lamiaceae	<i>Amasonia lasiocaulos</i> Mart. & Schauer ex Schauer	1	0	0	1
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	1	0	0	1
Bromeliaceae	<i>Ananas ananassoides</i> (Baker) L.B.Sm.	2	0	1	3
Poaceae	<i>Andropogon bicornis</i> L.	0	0	1	1

Bignoniaceae	<i>Anemopaegma</i> sp Mart. ex Meisn.	0	2	5	7
Annonaceae	<i>Annona neoinsignis</i> H.Rainer	0	1	1	2
Poaceae	<i>Aristida</i> sp L.	2	0	4	6
Arecaceae	<i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart.	2	0	0	2
Poaceae	<i>Axonopus aureus</i> P. Beauv.	1	3	6	10
Poaceae	<i>Axonopus capillaris</i> (Lam.) Chase	2	9	5	16
Poaceae	<i>Axonopus longispicus</i> (Döll) Kuhlm.	0	1	3	4
Poaceae	<i>Axonopus rupestris</i> Davidse	0	13	3	16
Poaceae	<i>Axonopus</i> sp P. Beauv.	0	64	5	69
Poaceae	<i>Axonopus</i> sp2 P. Beauv.	0	0	2	2
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis</i> sp C.B.Rob. ex Small	0	0	1	1
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis malifolia</i> (Nees & Mart.) B.Gates	0	0	2	2
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis</i> sp2 C.B.Rob. ex Small	1	0	7	8
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis stellaris</i> (Griseb.) B.Gates	4	3	4	11
Fabaceae	<i>Bauhinia brevipes</i> Vogel	0	2	8	10
Fabaceae	<i>Bauhinia longipedicellata</i> Ducke	23	1	2	26
Fabaceae	<i>Bauhinia pulchella</i> Benth.	0	2	3	5
Fabaceae	<i>Bauhinia</i> sp L.	4	0	0	4
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i> L.	1	0	0	1
Rubiaceae	<i>Borreria heteranthera</i> E.L. Cabral & Sobrado	2	0	0	2
Rubiaceae	<i>Borreria roxa</i> G.Mey.	0	43	22	65
Rubiaceae	<i>Borreria semiamplexicaule</i> E.L.Cabral	0	0	8	8
Rubiaceae	<i>Borreria</i> sp G.Mey.	1	6	8	15
Rubiaceae	<i>Borreria tenera</i> DC.	0	3	0	3
Polygalaceae	<i>Bredemeyera rivinifolia</i> Willd.	0	0	1	1
Bromeliaceae	<i>Bromelia oliveirae</i> L.B.Sm.	0	0	1	1
Bromeliaceae	<i>Bromelia</i> L.	2	0	1	3
Orobanchaceae	<i>Buchnera carajasensis</i> Scatigna & N.Mota	0	44	1	45
Cyperaceae	<i>Bulbostylis conifera</i> (Kunth) C.B.Clarke	0	57	16	73
Malpighiaceae	<i>Byrsonima chrysophylla</i> Kunth	0	0	1	1
Fabaceae	<i>Canavalia</i> sp DC.	0	0	3	3
Salicaceae	<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	0	0	3	3
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	0	0	1	1
Asteraceae	<i>Cavalcantia percyrosa</i> R.M.King & H.Rob.	0	0	1	1
Fabaceae	<i>Centrosema carajasense</i> Cavalcante	4	0	0	4
Costaceae	<i>Chamaecostus lanceolatus</i> (Petersen) C.D.Specht & D.W.Stev.	2	0	0	2
Fabaceae	<i>Chamaecrista desvauxii</i> (Collad.) Killip	0	1	0	1
Fabaceae	<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene	0	0	2	2
Iridaceae	<i>Cipura xanthomelas</i> Klatt	0	2	0	2
Vitaceae	<i>Cissus erosa</i> Rich.	3	0	0	3
Melastomataceae	<i>Clidemia</i> sp D.Don	1	0	0	1
Rubiaceae	<i>Coccocypselum</i> P.Browne	1	0	0	1
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i> L.	0	0	1	1
Commelinaceae	<i>Chomelina ribesioides</i> Benth. ex A.Gray	1	0	0	1
Fabaceae	<i>Copaifera martii</i> Hayne	0	1	1	2
Fabaceae	<i>Crotalaria maypurensis</i> Kunth	0	0	1	1

Fabaceae	<i>Crotalaria sp</i> L.	0	0	1	1
Lythraceae	<i>Cuphea carajasensis</i> Lourteig	0	5	0	5
Lythraceae	<i>Cuphea sp</i> P.Browne	0	17	0	17
Lythraceae	<i>Cuphea tenuissima</i> Koehne	1	28	16	45
Convolvulaceae	<i>Cuscuta sp</i> L.	0	4	0	4
Convolvulaceae	<i>Cuscuta squamata</i> L.	0	1	1	2
Cyperaceae	<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	1	1	0	2
Cyperaceae	<i>Cyperus hirtus</i> Thunb.	1	0	0	1
Cyperaceae	<i>Cyperus sp</i> L.	1	2	5	8
Dilleniaceae	<i>Davilla rugosa</i> Poir.	3	0	0	3
Annonaceae	<i>Duguetia sp</i> A.St.-Hil.	2	0	0	2
Fabaceae	<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.	0	0	1	1
Commelinaceae	<i>Dichorisandra hexandra</i> (Aubl.) C.B.Clarke	1	0	0	1
Fabaceae	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	0	3	2	5
Fabaceae	<i>Dioclea sp</i> Kunth	0	0	1	1
Fabaceae	<i>Dioclea violacea</i> Mart. ex Benth.	0	0	1	1
Fabaceae	<i>Dioclea virgata</i> (Rich.) Amshoff	0	0	3	3
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea sp</i> L.	2	0	1	3
Dilleniaceae	<i>Doliocarpus dentatus</i> (Aubl.) Standl.	4	0	0	4
Fabaceae	<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth.	0	2	0	2
Eriocaulaceae	<i>Eriocaulon carajense</i> Moldenke	0	2	0	2
Eriocaulaceae	<i>Eriocaulon sp</i> L.	0	9	0	9
Eriocaulaceae	<i>Erythroxyllum sp</i> P.Browne	0	0	1	1
Eriocaulaceae	<i>Erythroxyllum suberosum</i> A.St.-Hil.	0	1	0	1
Myrtaceae	<i>Eugenia chrysophyllum</i> Poir.	1	0	0	1
Myrtaceae	<i>Eugenia involucrata</i> DC.	0	0	1	1
Myrtaceae	<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	0	0	2	2
Myrtaceae	<i>Eugenia sp</i> L.	0	0	1	1
Convolvulaceae	<i>Evolvulus filipes</i> Mart.	0	1	0	1
Cyperaceae	<i>Fimbristylis sp</i> Vahl	0	1	0	1
Bignoniaceae	<i>Fridericia sp</i> Mart. emend L.G. Lohmann	2	0	2	4
Fabaceae	<i>Galactia jussiaeana</i> Kunth	1	5	36	42
Poaceae	<i>Guadua sp</i> Kunth.	1	0	0	1
Orchidaceae	<i>Habenaria sp</i> Willd.	0	1	0	1
Orchidaceae	<i>Habenaria nuda</i> Lindl.	0	2	0	2
Bignoniaceae	<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	1	0	0	1
Asteraceae	<i>Helianthum sp</i> (Engelm.) Small	0	2	0	2
Heliconiaceae	<i>Heliconia sp</i> L.	0	0	1	1
Malpighiaceae	<i>Heteropterys trigoniifolia</i> A.Juss.	0	3	1	4
Poaceae	<i>Hildaea tenuis</i> (J. Presl & C.Presl) C.Silva & R.P.Oliveira	9	0	1	10
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.	1	0	0	1
Lamiaceae	<i>Hyptis sp</i> Jacq.	0	0	1	1
Fabaceae	<i>Inga sp</i> Mill.	0	0	2	2
Convolvulaceae	<i>Ipomoea burchellii</i> Meisn.	0	0	1	1
Marantaceae	<i>Ischnosiphon sp</i> Körn.	2	0	0	2
Onagraceae	<i>Ludwigia sp</i> L.	0	1	0	1

Euphorbiaceae	<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	0	0	6	6
Marantaceae	<i>Maranta</i> sp Plum. ex L.	0	0	1	1
Poaceae	<i>Melinis minutiflora</i> P.Beauv.	0	1	0	1
Malvaceae	<i>Melochia arenosa</i> Benth.	0	0	1	1
Malvaceae	<i>Melochia melissifolia</i> Benth.	0	0	2	2
Malvaceae	<i>Melochia splendens</i> A.St.-Hil. & Naudin	0	2	0	2
Malvaceae	<i>Melochia tomentosa</i> L.	0	2	0	2
Poaceae	<i>Mesosetum annuum</i> Swallen	0	14	10	24
Poaceae	<i>Mesosetum branco</i> Steud.	1	28	1	30
Poaceae	<i>Mesosetum cayennense</i> Steud.	0	4	7	11
Poaceae	<i>Mesosetum filifolium</i> F.T. Hubb.	0	11	0	11
Poaceae	<i>Mesosetum loliiforme</i> (Hochst.) Chase	0	1	0	1
Poaceae	<i>Mesosetum</i> sp Steud.	0	23	0	23
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	0	0	1	1
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp Ruiz & Pav.	2	0	0	2
Euphorbiaceae	<i>Microstachys glandulosa</i> (Mart. & Zucc.) Esser & M.J.Silva	2	5	41	48
Fabaceae	<i>Mimosa carajaram</i> (Barneby) T.P.Mendes & M.J.Silva	0	2	1	3
Fabaceae	<i>Mimosa hirsutissima</i> Mart.	0	1	1	2
Fabaceae	<i>Mimosa piresii</i> Barneby	0	0	2	2
Fabaceae	<i>Mimosa pudica</i> L.	0	0	3	3
Fabaceae	<i>Mimosa rastrera</i> Atahuachi & C.E.Hughes	0	3	0	3
Fabaceae	<i>Mimosa sensitiva</i> L.	0	0	1	1
Fabaceae	<i>Mimosa skinneri</i> var. <i>carajaram</i> Barneby	2	27	15	44
Fabaceae	<i>Mimosa somnians</i> Humb. & Bonpl. Ex Willd.	0	2	0	2
Fabaceae	<i>Mimosa</i> sp L.	2	0	2	4
Rubiaceae	<i>Mitracarpus carajasensis</i> E.L.Cabral, Sobrado & E.B.Souza	0	0	4	4
Rubiaceae	<i>Mitracarpus</i> sp Zucc. ex Schult. & Schult.f.	1	1	6	8
Marantaceae	<i>Monotagma plurispicatum</i> (Kuth.) K.Schum.	1	0	0	1
Commelinaceae	<i>Murdannia</i> sp Royle	0	2	0	2
Myrtaceae	<i>Myrcia</i> sp DC.	0	1	4	5
Myrtaceae	<i>Myrcia</i> sp2 DC.	0	0	1	1
Orchidaceae	<i>Oeceoclades maculata</i> (Lindl.) Lindl.	5	0	0	5
Arecaceae	<i>Oenocarpus distichus</i> Mart.	3	0	0	3
Poaceae	<i>Olyra latifolia</i> L.	19	0	0	19
Poaceae	<i>Oryza</i> sp L.	0	0	4	4
Ochnaceae	<i>Ouratea castaneifolia</i> (DC.) Engl.	1	0	0	1
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus</i> sp Mart.	0	4	1	5
Eriocaulaceae	<i>Paepalanthus</i> sp2 Mart.	0	9	0	9
Rubiaceae	<i>Palicourea colorata</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Delprete & J.H.Kirkbr.	2	0	0	2
Rubiaceae	<i>Palicourea hoffmannseggiana</i> (Schult.) Borhidi	6	0	1	7
Rubiaceae	<i>Palicourea</i> sp Aubl.	0	0	1	1
Poaceae	<i>Panicum capillare</i> L.	0	0	1	1
Poaceae	<i>Pariana caxiuanensis</i> Aubl.	7	0	0	7
Poaceae	<i>Paspalum spissum</i> Swallen	0	4	1	5

Poaceae	<i>Paspalum branco</i> L.	0	0	1	1
Poaceae	<i>Paspalum carajasense</i> S.Denham	1	5	12	18
Poaceae	<i>Paspalum expansum</i> Döll	1	5	2	8
Poaceae	<i>Paspalum lanciflorum</i> Nees ex Steud.	0	1	1	2
Poaceae	<i>Paspalum melanospermum</i> Desv. ex Poir.	0	6	3	9
Poaceae	<i>Paspalum multicaule</i> Poir.	0	2	3	5
Poaceae	<i>Paspalum</i> sp L.	0	0	6	6
Poaceae	<i>Paspalum</i> sp2 L.	0	0	1	1
Sapindaceae	<i>Paullinia ingifolia</i> Rich. ex Juss.	0	0	3	3
Sapindaceae	<i>Paullinia rugosa</i> Benth. ex Radlk.	9	0	0	9
Malvaceae	<i>Peltaea</i> sp (C.Presl) Standl.	0	4	2	6
Piperaceae	<i>Peperomia albopilosa</i> D. Monteiro	3	0	0	3
Fabaceae	<i>Phanera dubia</i> (Vogel) Vaz	2	0	0	2
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus</i> L.	5	20	32	57
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus minutulus</i>	0	8	7	15
Cleomaceae	<i>Physostemon guianense</i> (Aubl.) Malme	0	7	0	7
Bignoniaceae	<i>Pleonotoma jasminifolia</i> (Kunth) Miers	59	2	9	70
Bignoniaceae	<i>Pleonotoma melioides</i> (S.Moore) A.H.Gentry	0	5	11	16
Bignoniaceae	<i>Pleonotoma orientalis</i> Sandwith	8	0	3	11
Poaceae	Poaceae Barnhart	0	1	0	1
Polygalaceae	<i>Polygala chapadensis</i> Chodat ex Grondona	0	2	0	2
Portulacaceae	<i>Portulaca diegoi</i> Mattos	0	17	4	21
Portulacaceae	<i>Portulaca sedifolia</i> N.E.Br.	0	17	2	19
Malvaceae	<i>Pseudobombax longiflorum</i> (Mart.) A.Robyns	0	1	0	1
Vochysiaceae	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	0	1	0	1
Cyperaceae	<i>Rhynchospora acanthoma</i> A.C.Araújo & Longhi-Wagner	0	84	4	88
Cyperaceae	<i>Rhynchospora seccoi</i> C.S. Nunes, P.J.S. Silva Filho & A. Gil	0	2	0	2
Cyperaceae	<i>Rhynchospora barbata</i> (Vahl) Kunth	0	1	0	1
Cyperaceae	<i>Rhynchospora bracteovillosa</i>	0	1	0	1
Cyperaceae	<i>Rhynchospora filiformis</i> Vahl	0	5	1	6
Cyperaceae	<i>Rhynchospora</i> sp Vahl	0	31	0	31
Cyperaceae	<i>Rhynchospora unguinux</i> C.S.Nunes & A.Gil	1	103	12	116
Poaceae	<i>Rhytachne gonzalezii</i> Davidse	0	21	4	25
Asteraceae	<i>Riencourtia pedunculosa</i> (Rich.) Pruski	0	30	38	68
Proteaceae	<i>Roupala montana</i> Aubl.	0	1	5	6
Proteaceae	<i>Roupala</i> sp Aubl.	0	0	1	1
Connaraceae	<i>Rourea induta</i> Planch.	3	0	0	3
Ochnaceae	<i>Sauvagesia tenella</i> Lam.	0	3	0	3
Poaceae	<i>Schizachyrium condensatum</i> (Kunth) Nees	0	12	0	12
Gentianaceae	<i>Schultesia guianensis</i> (Aubl.) Malme	0	12	1	13
Cyperaceae	<i>Scleria aromatica</i> Core	0	0	2	2
Cyperaceae	<i>Scleria</i> sp P.J.Bergius	3	0	3	6
Polygalaceae	<i>Securidaca rivinifolia</i> A.St.-Hil. & Moq.	2	0	0	2
Polygalaceae	<i>Senega adenophora</i> (DC.) J.F.B.Pastore	0	24	0	24
Polygalaceae	<i>Senega chapadensis</i> (Chodat ex Grondona) J.F.B.Pastore	0	39	0	39

Polygalaceae	<i>Senega sp</i> Spach	0	4	0	4
Polygalaceae	<i>Senega sp2</i> Spach	0	1	0	1
Fabaceae	<i>Senna macranthera</i> (DC. Ex Collad.) H.S.Irwin & Barneby	3	0	0	3
Poaceae	<i>Serjania lethalis</i> A.St.-Hil.	8	0	0	8
Poaceae	<i>Sporobolus multiramosus</i> Longhi-Wagner & Boechat	0	1	1	2
Poaceae	<i>Streptochaeta sp</i> Schrad. ex Nees	5	0	0	5
Fabaceae	<i>Stryphnodendron cf hirwin</i> Mart.	0	7	0	7
Fabaceae	<i>Stylosanthes fininha</i> Sw.	0	2	0	2
Fabaceae	<i>Stylosanthes miúda</i> Sw.	0	3	0	3
Fabaceae	<i>Stylosanthes sp</i> Sw.	0	1	0	1
Apocynaceae	<i>Tabernaemontana flavicans</i> Willd. ex Roem. & Schult.	2	0	0	2
Melastomataceae	<i>Tibouchina albescens</i> Cogn. ex P.J.F.Guim., A.L.F.Oliveira & R.Romero	0	0	1	1
Melastomataceae	<i>Tibouchina sp</i> Aubl.	0	2	0	2
Poaceae	<i>Trachypogon spicatus</i> (L.f.) Kuntze	1	7	36	44
Turneraceae	<i>Turnera coerulea</i> DC.	0	9	7	16
Malvaceae	<i>Urena lobata</i> L.	0	3	0	3
Lentibulariaceae	<i>Utricularia amarela</i> L.	0	1	0	1
Lentibulariaceae	<i>Utricularia amethystina</i> Salzm. Ex A.St.-Hil. & Girard	0	1	0	1
Lentibulariaceae	<i>Utricularia nigrescens</i> SylvÄ©n	0	1	0	1
Lentibulariaceae	<i>Utricularia sp</i> L.	0	1	1	2
Velloziaceae	<i>Vellozia glauca</i> Pohl	0	8	12	20
Hypericaceae	<i>Vismia bacífera</i> (L.) Triana & Planch.	0	0	1	1
Lamiaceae	<i>Vitex polygama</i> Cham.	0	0	1	1
Malvaceae	<i>Waltheria indica</i> L.	0	1	0	1
Xyridaceae	<i>Xyris paraensis</i> Poepp. ex Kunth	0	1	0	1
Xyridaceae	<i>Xyris sp</i> Gronov. ex L.	0	0	1	1