

Mestrado Profissional
Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais

TARCÍSIO MAGEVSKI RODRIGUES

**ESTUDO DA VEGETAÇÃO RUPESTRE FERRUGINOSA NA
BACIA DE DRENAGEM DA LAGOA DO AMENDOIM,
FLORESTA NACIONAL DE CARAJÁS, PARÁ, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais do Instituto Tecnológico Vale Desenvolvimento Sustentável (ITV DS).

Orientador(a):

Dr: José Tasso Felix Guimarães

Belém – PA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

R696

Rodrigues, Tarcísio Magevski

Estudo da vegetação rupestre ferruginosa na bacia de drenagem da Lagoa do Amendoim, Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil. Tarcísio Magevski Rodrigues -- Belém-PA, 2016.

100 f.: il.

Dissertação (mestrado) -- Instituto Tecnológico Vale, 2016.

Orientador(a): Prof. José Tasso Felix Guimarães

1. Vegetação rupestre 2. Floresta Nacional de Carajás. 3. Lagoa do Amendoim – Carajás - PA. Título.

CDD 23. ed. 581.9815

TARCÍSIO MAGEVSKI RODRIGUES

**ESTUDO DA VEGETAÇÃO RUPESTRE FERRUGINOSA NA
BACIA DE DRENAGEM DA LAGOA DO AMENDOIM,
FLORESTA NACIONAL DE CARAJÁS, PARÁ, BRASIL**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais e Desenvolvimento Sustentável do Programa de Mestrado Profissional em Uso Sustentável de Recursos Naturais em Regiões Tropicais do Instituto Tecnológico Vale Desenvolvimento Sustentável (ITV).

Data da aprovação:

Banca examinadora:

Dr. José Tasso Felix Guimarães
Orientador - Instituto Tecnológico Vale (ITV)

Dr. Pedro Walfir Martins e Souza Filho
Membro interno - Instituto Tecnológico Vale (ITV)

Dr(a): Léa Maria Medeiros Carreira
Membro externo - Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu filho Leonardo
Aguiar Rodrigues e a minha família, pelo
constante aprendizado.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e força de cada dia.

Ao meu orientador Dr. José Tasso Félix Guimarães, por todos os ensinamentos, trocas de ideias, participação em todas as coletas de dados em campo e pela paciência.

A minha engenheira florestal favorita, Maria Leonor Bitencourt de Aguiar, pelo constante apoio, por me ajudar nas horas em que mais precisei para rodar os dados no *Software* Mata Nativa e amor que tem por mim.

A família que mesmo distante, sempre me apoiou e torceu pelo meu sucesso, em especial à minha mãe Cleidmara Magevski Rodrigues.

Ao meu pai Gilberto de Souza Rodrigues (*in memoriam*), sinto sua presença em minha vida.

Ao meu filho Leonardo Aguiar Rodrigues que surgiu em minha vida durante o mestrado e me trouxe muitas alegrias e pelo constante aprendizado de amar.

Ao amigo de trabalho João Queiroz, por todas os mapas elaborados para este estudo, sempre disposto a ajudar.

A minha gerente Dra. Marlene Furtado da Costa por acreditar em mim e me oferecer esta oportunidade de concretizar o desejo que sempre tive de fazer mestrado *stricto sensu*.

Ao meu gerente João Carlos Henriques por também me disponibilizar esta oportunidade.

Aos membros da banca examinadora, Dra. Léa Maria Medeiros Carreira e Dr. Pedro Walfir Martins e Souza Filho, pelos ensinamentos, bons convívios em campo e nas aulas ministradas no Instituto Tecnológico Vale em Belém.

Ao grande amigo e exemplo de dedicação à botânica, Delmo Fonseca da Silva, seu trabalho de identificação botânica foi fundamental para a conclusão deste estudo.

A mineradora Vale por ofertar e incentivar aos seus funcionários a possibilidade de ir sempre além por meio dos estudos.

A todos os amigos que fiz no Instituto Tecnológico Vale durante a realização das disciplinas do mestrado.

Aos colegas da segunda turma do mestrado profissional pelo convívio e experiências.

Aos colegas de trabalho da gerência de meio ambiente da diretoria de ferrosos norte, Carajás, pelo exemplo de garra e força de vontade.

E todos aqueles que de alguma forma me ajudaram e contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigado!

RESUMO

Dentro do Licenciamento Ambiental para caracterizar o meio biótico, é necessário a avaliação da cobertura vegetal, que corresponde ao estudo da diversidade florística de uma determinada área objeto de obtenção de licença. A partir dos anos 2000, por meio de serviços de consultorias ambientais e intercâmbios com universidades para subsidiar processos de licenciamento ambiental para a mineração, foram realizadas diversas coletas de espécies botânicas nas áreas de campos rupestres e adjacentes às florestas ombrófilas da Floresta Nacional de Carajás, com recentes descrições de espécies novas para a ciência. Com isso, este estudo objetivou analisar a composição florística da vegetação rupestre ferruginosa presente na bacia de drenagem da lagoa do Amendoim, Serra Sul de Carajás, a partir de inventários florísticos, a fim de utilizar os resultados nos processos de licenciamento ambiental para caracterização da vegetação rupestre ferruginosa. Estimou-se a cobertura e calculou-se a frequência, dominância e valor de importância (VI) das espécies. Calculou-se a diversidade pelo índice de Shannon-Wiener (H') e equabilidade de Pielou (J') para cada habitat e a similaridade florística entre outro estudo pelo índice de Jaccard e análise de agrupamentos. Foram amostradas cinco áreas, A, B, C, D e E, respectivamente. Nas cinco áreas selecionadas foram utilizados o Sistema de Amostragem Casual Simples (aleatório), onde foram alocadas no total 29 Unidades Primárias de amostras, considerando inicialmente o esforço amostral de no mínimo 3% da área estudada. Para facilitar a coleta de informações por estrato vegetacional e a análise dos dados, cada unidade primária foi constituída por três sub-parcelas (Unidades Secundárias) sobrepostas, resultando no total de 72 amostras. Na área A, buritizais sobre solos orgânicos, foram identificadas apenas duas espécies, *Mauritiella aculeata* (Kunth) Burret e Poaceae sp.3. Na cobertura vegetal da área B, Campo Brejoso foram registrados oito espécies. A composição florística da área C, Capão florestal denso foi representada por 35 espécies. O levantamento florístico na fitofisionomia da área D, Encosta com campo de canga ferrífera com *Vellozia* registrou 22 espécies e na área E, Encosta com campo de canga ferrífera arbustivo, registrou-se 25 espécies. A análise de agrupamentos para o Capão apresentaram 25% e 35% de similaridade entre as espécies identificadas nas bacias das lagoas do Violão e Amendoim, respectivamente. Para a fitofisionomia de Campo Rupestre, representou 15% e 26%

de similaridade entre as espécies identificadas nas bacias das lagoas do Violão e Amendoim, respectivamente. Os valores de diversidade florística apresentaram semelhanças entre as cinco fitofisionomias estudadas, onde o índice não passou de 3 nats/indivíduos. Com os dados ora apresentados, espera-se que estas informações possam contribuir com medidas que visem a conservação do ecossistema de vegetação rupestre ferruginosa, aliada as áreas de exploração minerária.

Palavras-chave: Amazônia oriental. Florística. Licenciamento Ambiental.

ABSTRACT

Within the Environmental Licensing to characterize the biotic environment, the evaluation of vegetation cover, which is the study of plant diversity of a particular obtaining license object area is needed. From the 2000s through environmental consultancies and exchanges with universities to support environmental licensing process services for mining, there were several collections of botanical species in the areas of rock and adjacent fields to the rainforests of the Carajás National Forest, with recent descriptions of new species to science. Therefore, this study objectified to analyze the floristic composition of the rock vegetation ferruginous present in peanut pond drainage basin, Serra Sul de Carajás, from floristic inventories in order to utilizar the results in the environmental licensing process for the characterization of vegetation ferruginous rock. It has been estimated coverage and calculated the frequency, dominance and importance value (VI) species. Calculated diversity by Shannon-Wiener index (H') and evenness evenness (J') for each habitat and the floristic similarity between another study by the Jaccard index and cluster analysis. Five sites were sampled, A, B, C, D and E, respectively. In the five areas selected were utilized Casual Simple Sampling System (random), which were allocated in total 29 Primary Units samples initially considering the sampling effort of at least 3 % of the studied area. To facilitate the collection of information by vegetation stratum and analysis of data, each primary unit was made up of three sub-plots (secondary units) superimposed, resulting in a total of 72 samples. In area A, burtizais on organic soils were only identified two species, mauritiella aculeata (Kunth) Burret and Poaceae sp.3. Groundcover area B Brejoso field were recorded eight species. The floristic composition of the area C, dense forest Capon was represented by 35 species. The floristic survey in the face area D, Hill with banded iron yoke field with Vellozia recorded 22 species and area E, Hill with sarong ferrífera shrubby field, was recorded 25 species. The cluster analysis for Capon showed 25% and 35% similarity between the species identified in the basins of the lagoons of the guitar and Peanut respectively. For the physiognomy of Rock Field, accounted for 15% and 26% similarity between the species identified in the basins of the lagoons of the guitar and Peanut respectively. The floristic diversity values showed similarities between the five studied vegetation types, where the rate did not exceed 3 nats / individuals. With the

data presented, it is expected that this information can contribute to measures for the conservation of the ecosystem of ferruginous rock vegetation, together with the areas of mining exploration.

Keywords: Eastern Amazon. Floristic. Environmental licensing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização da FLONA de Carajás e corpo de minério ferrífero denominado S11D, Serra Sul (em azul).....	17
Figura 2: Localização das cinco áreas (A, B, C, D, E) inventariadas na bacia de drenagem da lagoa do Amendoim, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás.....	19
Figura 3: Visão aérea da bacia de drenagem da lagoa do Amendoim com indicação das áreas inventariadas (A, B, C, D, E).	19
Figura 4: Esquema da unidade amostral composta pelos três níveis de amostragem (Rayol, 2006).	22
Figura 5: Hábitos mais comuns dos indivíduos da vegetação de canga. P= Perímetro; D= Diâmetro; HC= Altura do Caule; Altura Total (Fonte: Rodal <i>et al.</i> , 1992).....	23
Figura 6: Aspectos da vegetação da Área A, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará. Note a presença de buritis.	32
Figura 7: Aspecto da vegetação da Área B, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.	34
Figura 8: Lagoa preenchida adjacente à lagoa do Amendoim. Note a identificação dos dois blocos amostrais dos inventários florísticos com seus estratos vegetais diferenciados. Bloco A, Buritizais sobre solos orgânicos, Bloco B, Campo brejoso.	36
Figura 9: Posição sociológica da composição florística da Área B, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.....	37
Figura 10: Lagoa, aspecto da vegetação da Área C, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará. .	39
Figura 11: Famílias Botânicas mais representativas do estrato arbóreo da Área C, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.	42
Figura 12: Curva do coletor para estimativa do número de espécies em função do número de amostras na Área C, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.	43
Figura 13: Composição do Índice de Valor de Importância para espécies de maior representatividade na Área C, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.....	46
Figura 14: Grupos vegetais predominantes no Capão Florestal da bacia da lagoa do Violão.	47
Figura 15: Grupos vegetais predominantes no Capão Florestal Denso da bacia da lagoa do Amendoim.	48
Figura 16: Estrutura espacial da comunidade Capão Florestal Denso da bacia da lagoa do Amendoim, Área C, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.....	49
Figura 17: Aspecto da vegetação da Área D, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.....	51
Figura 18: Famílias da composição florística da Área D, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.	54

Figura 19: Estrutura espacial da comunidade do Capão Florestal Denso da bacia da lagoa do Amendoim, Área D, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.....	55
Figura 20: Valor de importância para as dez espécies de maior representatividade da Área D, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.....	57
Figura 21: Posição sociológica da composição florística da Área D, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.....	58
Figura 22: Grupos vegetais predominantes no Campo Rupestre da bacia da lagoa do Violão.	59
Figura 23: Grupos vegetais predominantes no Campo Rupestre da bacia da lagoa do Amendoim.	61
Figura 24: Aspecto da vegetação da Área E, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.....	62
Figura 25: As dez espécies mais representativas na área E, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.....	64
Figura 26: Valor de importância para as dez espécies de maior representatividade da Área E, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.....	65
Figura 27: Posição sociológica da composição florística da Área E, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.....	67
Figura 28: Estrutura espacial da comunidade do campo de canga ferrífera arbustivo, Área E, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.....	68
Figura 29: Exsicata de <i>Ilex</i> sp. coletada no interior da floresta, próximo a drenagem em 26 de janeiro de 2012, depositada no herbário BHCB sob o número 156088, FLONA de Carajás, Pará.....	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Geoambientes e geofácies das áreas de canga de Carajás, Pará.	16
Tabela 2: Coordenadas geográficas das unidades amostrais da bacia de drenagem da lagoa do Amendoim.....	20
Tabela 3: Dimensionamento do número de unidades amostrais por área de estudo.	21
Tabela 4: Florística das espécies amostradas no Campo Brejoso, Área B, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.....	34
Tabela 5: Fitossociologia das espécies amostradas no Campo Brejoso, Área B, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.	35
Tabela 6: Florística das espécies amostradas no Capão Florestal Denso, Área C, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.	39
Tabela 7: Fitossociologia das famílias botânicas amostradas no Capão Florestal Denso, Área C, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.	41
Tabela 8: Estrutura interna da população da Área C, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará. .	43
Tabela 9: Composição da Estrutura Horizontal da Área C, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.....	44
Tabela 10: Composição da Estrutura Vertical da Área C, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.....	50
Tabela 11: Florística das espécies amostradas no Campo de Canga Ferrífera com <i>Vellozia</i> , Área D, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.....	53
Tabela 12: Composição da Estrutura Horizontal da Área D, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.....	56
Tabela 13: Florística das espécies amostradas no Campo de Canga Ferrífera Arbustivo, Área E, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.....	63
Tabela 14: Fitossociologia das espécies amostradas no Campo de Canga Ferrífera Arbustivo, Área E, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.....	66
Tabela 15: Recentes registros de <i>Ilex</i> sp. na Floresta Nacional de Carajás, Serra Sul, Pará.	69
Tabela 16: Relação das espécies ameaçadas de acordo com o Livro vermelho da flora do Brasil.	70

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AMPLO – Amplo Engenharia e Gestão de Projetos

BHCB – Herbário do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Minas Gerais

DAP – Diâmetro à altura do peito

DS – Desenvolvimento Sustentável

FLONA – Floresta Nacional

GOLDER – Golder Associates Brasil

HCJS – Herbário do Parque Zoobotânico Vale

IAVRD – Instituto Ambiental Vale do Rio Doce

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

ITV – Instituto Tecnológico Vale

LI – Licença de Instalação

LP – Licença Prévia

LO – Licença de Operação

MG – Herbário Museu Paraense Emílio Goeldi

MPEG – Museu Paraense Emílio Goeldi

S11D – Denominação de um Projeto de Mineração de Ferro

UC – Unidade de Conservação

UMG – Último Máximo Glacial

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos	14
1.2 Problema e hipótese.....	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO E FUNDAMENTAÇÃO CIENTÍFICA	15
2.1 Inventário florístico: importância e aplicação	15
2.2 Flora moderna vs paleoclima.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 Caracterização da área de estudo.....	16
3.2 Local e procedimentos de amostragem	17
3.3 Amostragem da vegetação.....	18
3.4 Análise dos dados.....	24
3.4.1 Homogeneidade das amostras	24
3.4.2 Composição florística.....	24
3.4.3 Suficiência de amostragem florística.....	24
3.4.4 Diversidade florística.....	24
3.4.5. Agregação das Espécies	26
3.5 Organização da comunidade	27
3.5.1 Nível arquitetural.....	27
3.5.2 Nível estrutural.....	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1 Buritizais sobre solos orgânicos – Área A.....	31
4.1.1 Composição florística – Área A.....	32
4.2 Campo brejoso – Área B	33
4.2.1 Composição florística – Área B.....	34

4.3 Mata alta (Capão florestal denso) sobre solo profundo de canga degradada – Área C.....	38
4.3.1 Composição florística – Área C	39
4.4 Encosta com campo de canga ferrífera com Vellozia – Área D	51
4.4.1 Composição florística – Área D	51
4.5 Encosta com campo de canga ferrífera arbustivo – Área E	61
4.5.1 Composição florística – Área E.....	62
4.6 Registros recentes da flora vs estudos de paleoclimas em Carajás	68
4.7 Espécies ameaçadas	70
5 CONCLUSÃO.....	70
REFERÊNCIAS.....	72

1 INTRODUÇÃO

A Floresta Nacional de Carajás (FLONA Carajás), unidade de conservação de uso sustentável, em meio à Floresta Tropical do sul da Amazônia Oriental, apresenta solos profundos cobertos por Florestas Ombrófilas, abertas e estacionais nas vertentes escarpadas e em alguns relevos mais altos, com coberturas de solo pouco desenvolvidas (Schaefer *et al.*, 2007). Nestes solos poucos desenvolvidos sobre crosta lateríticas ocorrem vegetação de canga (Secco & Mesquita, 1983) ou campo rupestre (Silva *et al.*, 1986; Secco & Lobo, 1988; Silva & Rosa, 1990). Os campos sobre as cangas constituem enclaves isolados em meio à floresta, testemunhos de uma cobertura vegetal arcaica. Seu isolamento decorreu das alterações climáticas ocorridas na transição do Pleistoceno para o Holoceno, quando terminou a última glaciação há cerca de 10.000 anos A.C. (Ab' Saber 1986).

Campos rupestres são fitofisionomias caracterizada por um estrato herbáceo entremeado por pequenos arbustos e subarbustos, distribuídos em mosaicos de micro-habitats com substratos que podem variar na fertilidade, capacidade de retenção de água, profundidade do solo e granulometria, além das diferenças no relevo e microclima (Giulietti *et al.*, 1997).

A relação entre a vegetação rupestre sobre canga e as altas concentrações de ferro, pobreza de nutrientes e baixa capacidade de retenção de água no substrato pode ser um fator crítico para o estabelecimento de um processo de seleção natural (Silva *et al.*, 1996), favorecendo o desenvolvimento de uma diversidade exclusiva de espécies vegetais e endemismo. Entretanto, estudos desenvolvidos por Nunes (2009) demonstraram que os teores de ferro trocáveis do solo da canga são muito baixos e não poderia ser limitante para o estabelecimento das espécies vegetais. Além disso, a disponibilidade de água, causada pela profundidade do solo deve representar um fator relevante na distribuição da vegetação na canga.

Os estudos sobre campos rupestres da FLONA de Carajás iniciaram na década de 70, com as publicações das pesquisas do Projeto Radambrasil (Radambrasil, 1974). A partir da década de 80 vários trabalhos com ênfase na composição florística e aspectos estruturais da vegetação foram conduzidos principalmente por técnicos do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) (Silva &

Rosa, 1986; Silva *et al.*, 1986; Silva *et al.*, 1986; Salomão *et al.*, 1988; Silva & Rosa, 1989; Morellato & Rosa, 1991). Mota *et al.* (2015) ressalta que após essa fase de estudos florísticos em Carajás, a região permaneceu carente de novas publicações com avaliação da sua riqueza florística, assim como diminuiu o ritmo de coletas depositadas em herbários oriundos da região. Entretanto, o histórico dos espécimes provenientes de Carajás presentes nos herbários foram fonte para a descrição de diversas espécies novas para a flora brasileira (e.g. Barroso & King 1971; Austin 1981; Burman & Bastos 1988; Kral 1988; Kral & Strong 1999), em grande parte endêmicas nas formações ferríferas de Carajás.

A partir dos anos 2000, por meio de serviços de consultorias ambientais e intercâmbios com universidades para subsidiar processos de licenciamento ambiental para a mineração, foram realizadas diversas coletas de espécies botânicas nas áreas de campos rupestres e adjacentes às florestas ombrófilas, com recentes descrições de espécies novas para a ciência, Araceae, *Philodendron carajasense* (Gonçalves & Arruda, 2013); Blechnaceae, *Blechnum areolatum* e *B. longipilosum* (Dittrich *et al.*, 2012); Cyperaceae, *Eleocharis pedroviana* (Nunes *et al.*, 2016); Gesneriaceae, *Sinningia minima* (Araujo & Chautems, 2015); Isoetaceae, *Isoetes serracarajensis* e *I. cangae* (Pereira *et al.*, 2016); Novo gênero de Melastomataceae, *Brasilianthus carajensis* (Almeda *et al.*, 2016); Orchidaceae, *Uleiorchis longipedicellata* (Cardoso *et al.*, 2015); Rubiaceae, *Borreria carajasensis* e *B. elaiosulcata* (Cabral *et al.*, 2012); *B. heteranthera* (Sobrado & Cabral, 2015); Thelypteridaceae, *Thelypteris indusiata* (Salino *et al.*, 2014); Novo gênero de Rubiaceae, *Carajasia cangae* (Salas *et al.*, 2015). Outros trabalhos apresentaram lista de macrófitas (Mormul *et al.*, 2015), composições florísticas (Rayol, 2006) e análise vegetação-solo (Nunes, 2009; Nunes *et al.*, 2015). Cabral *et al.* (2012) afirma que apesar do histórico de esforços de coletas botânicas nas formações rupestres de Carajás, grande parte dessas coleções ainda carece de um detalhado estudo. Destaca-se ainda que tais estudos não deram enfoque ao conhecimento da flora presente nas bacias de drenagens das lagoas da FLONA de Carajás.

Dentro do Licenciamento Ambiental para caracterizar o meio biótico, é necessário a avaliação da cobertura vegetal, que corresponde ao estudo da

diversidade florística de uma determinada área objeto de obtenção de licença (Salazar, 2006).

Ao longo das últimas décadas, em uma escala global, as pressões sobre os ecossistemas vêm aumentando, se exaurindo e ameaçando a capacidade de suporte dos serviços providos por eles às atividades humanas. Sobre esse aspecto, a gestão ambiental tornou-se importante nas discussões das agendas e pautas governamentais, universidades e instituições de pesquisa, com relação aos processos produtivos e os riscos socioambientais, na busca de instrumentos que minimizem os impactos das atividades envolvidas nesses processos (Silveira & Araújo Neto, 2014).

Com isso, este estudo visa promover um melhor conhecimento sobre a dinâmica da vegetação rupestre de Carajás a partir de inventários florísticos nas bacias de drenagens da lagoa do Amendoim, a fim de utilizar os resultados nos processos de licenciamento ambiental para caracterização da vegetação rupestre ferruginosa no corpo de canga S11D em Serra Sul.

1.1 Objetivos

Analisar a composição florística da vegetação rupestre ferruginosa presente na bacia de drenagem da lagoa do Amendoim, Serra Sul.

Os objetivos específicos são:

- a) Dar subsídio a elaboração de programas ambientais com a finalidade de mitigar os impactos causados pela atividade de exploração minerária nas áreas de drenagem da lagoa do Amendoim e;
- b) Demonstrar a importância de realizar estudos botânicos com a flora moderna para acurácia de determinações paleobotânicas.

1.2 Problema e hipótese

- a) Resultados de estudos florísticos na vegetação rupestre ferruginosa na bacia de drenagem da lagoa do Amendoim podem ser utilizados para mitigar impactos provenientes da mineração?

- b) Estudos da vegetação atual são importantes para corroborar com análises paleobotânicas?

2 REFERENCIAL TEÓRICO E FUNDAMENTAÇÃO CIENTÍFICA

2.1 Inventário florístico: importância e aplicação

Estudos de biodiversidade de canga são exigências requeridas pelos órgãos ambientais brasileiros como condicionantes para obtenção de licenças (LI, LP e LO, respectivamente), além de renovações de licenças previamente obtidas para o setor de ferrosos da Vale S.A. Dentre as condicionantes mais complexas estão a proposição de áreas para exploração mineral e a conservação do ecossistema de canga. Entretanto, ao longo dos anos houve um avanço no conhecimento das características bióticas e abióticas deste ecossistema, porém estas informações ainda não são suficientes e satisfatórias para determinação de áreas de canga a serem preservadas (Schaefer *et al.*, 2007; Schaefer *et al.*, 2012). Adicionalmente, este projeto poderá contribuir significativamente para o processo de tomada de decisão sobre a gestão do ecossistema de canga quanto ao processo de valoração desse tipo de vegetação e à geração de políticas sustentáveis para sua conservação. Além disso, este projeto poderá gerar conhecimento para restauração através de programas de recuperação de áreas degradadas e planos de fechamento de mina.

2.2 Flora moderna vs paleoclima

Diversos estudos paleoecológicos e paleobotânicos em ambientes lacustres têm indicado um clima em condições mais secas na Amazônia, durante o Último Máximo Glacial (UMG) e em meados do Holoceno, o que resultou na contração das florestas tropicais e na expansão das savanas (Absy *et al.*, 1991; Hooghiemstra & van Der Hammen, 1998; Mayle *et al.*, 2000; Sifeddine *et al.*, 2001; Cordeiro *et al.*, 2008, 2011; Hermanowski *et al.*, 2012; Guimarães *et al.*, 2014) bem como os padrões de especiação influenciados deste bioma (Haffer, 1969; Haffer & Prance, 2001; Cheng *et al.*, 2013). No entanto, alguns autores têm questionado a presença contínua de floresta sob condições climáticas relativamente estáveis ao longo do

UMG (Colinvaux & De Oliveira, 2000, 2001; Bush *et al.*, 2004). O impasse científico sobre essas mudanças na estrutura das comunidades levantou dificuldades na interpretação do sinal polínico nos trópicos (e.g. Gosling *et al.*, 2003, 2005; Burn *et al.*, 2010; Jones *et al.*, 2011) que pode ser resolvido por meio de estudos florísticos das plantas modernas, a fim de determinar com precisão as condições paleoecológicas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área de estudo

Schaefer *et al.*, (2007) e Schaefer *et al.*, (2012) classificou quatro geoambientes básicos e dez subunidades ou geofácies representativas de distintas paisagens (Tabela 1). A metodologia do mapeamento geomorfológico foi baseada na separação das unidades seguindo critérios de agrupamento de tipos de modelados semelhantes, condicionados à estrutura geológica e à morfodinâmica.

Tabela 1: Geoambientes e geofácies das áreas de canga de Carajás, Pará.

Geoambientes (1º nível)	Geofácies (2º nível)
1 – Encostas com Campos Rupestres	1. Encostas com Campo de Canga Ferrífera com <i>Vellozia</i>
	2. Encostas com Campo de Canga Ferrífera Arbustivo
2 – Depressões e patamares campestres mal-drenados	3. Campo Graminoso Parcialmente inundável sobre Canga Nodular
	4. Campo Brejoso (Cyperaceae, Typhaceae e <i>Xyris</i> , com turfeiras)
	5. Buritizais sobre Solos Orgânicos
3 – Lagos Doliniformes	6. Vegetação Submersa de Margem Lacustre
	7. Lagos Doliniformes Permanentes
4 – Encostas e Grotas Florestadas	8. Mata alta (Capão Florestal denso) sobre Solo Profundo de Canga Degradada
	9. Mata baixa (Capão Florestal aberto) sobre Solo intermediário de Canga Degradada
	10. Mata de Transição na Borda sobre Colúvios de Canga

(porte alto ou baixo)*

* os portes alto e baixos só foram separados para Serra Sul.

3.2 Local e procedimentos de amostragem

A FLONA de Carajás está localizada no sudeste do estado do Pará, e é uma Unidade de Conservação (UC) Federal gerida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) criada pelo Decreto n° 2.486, de 02 de fevereiro de 1998. Esta UC abrange os municípios de Parauapebas, Canaã dos Carajás e Água Azul do Norte e possui uma área de aproximadamente 400 mil hectares (4000 km²) (STCP, 2003).

A Serra Sul está inserida ao sul da FLONA de Carajás, a 550 km a sudoeste de Belém, e localizada no município de Canaã dos Carajás (Figura 1).

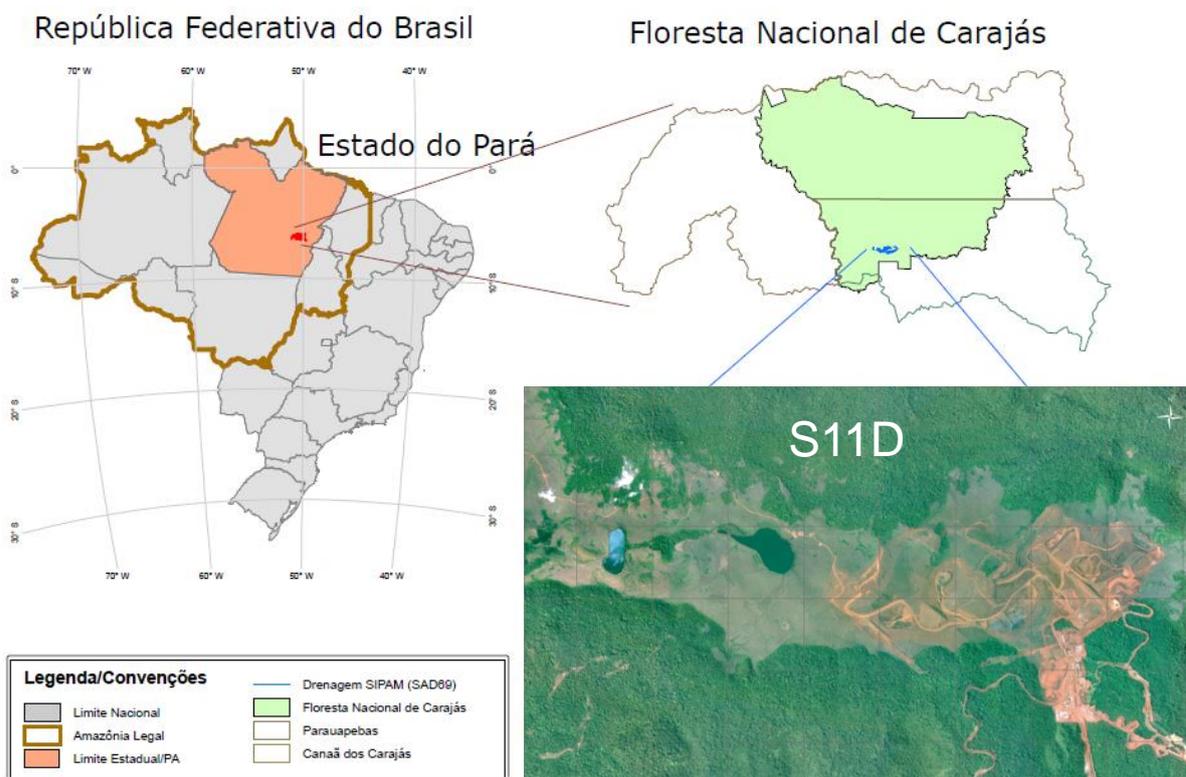


Figura 1: Localização da FLONA de Carajás e corpo de minério ferrífero denominado S11D, Serra Sul (em azul).

O clima da região é de monções tropicais, com uma temperatura média anual de 26°C (Álvares *et al.* 2013). A precipitação anual varia de 1.800 a 2.300mm, com média total de ~ 1550mm durante a estação chuvosa (novembro a maio) e ~ 350mm durante a estação seca (junho a outubro) (Moraes *et al.*, 2005). Particularmente para a Serra Sul de Carajás, a temperatura média anual é de 25,5°C, e os valores mínimos e máximos das médias são 20°C e 31°C, respectivamente (Sahoo *et al.* No prelo), a precipitação total anual é de aproximadamente 2.050mm, com ~ 1.860mm durante o período chuvoso (outubro a maio) e ~ 190mm durante a estação seca (junho a setembro).

A umidade relativa do ar média anual da região de estudo varia entre 80% a 90%, no período mais úmido a umidade média mensal situa-se próximo a 90%, enquanto nas épocas mais secas a umidade média mensal aproxima-se de 60%.

3.3 Amostragem da vegetação

Foram selecionados por imagens de satélites e em campo, os ambientes com fitofisionomias vegetais visualmente definidas em toda a área de drenagem da lagoa do Amendoim, que resultou em cinco áreas distintas; Buritizais sobre Solos Orgânicos (Área A); Campo Brejoso (Área B); Mata alta (Capão Florestal Denso) sobre Solo profundo de Canga Degradada (Área C); Encostas com Campo de Canga Ferrífera com *Vellozia* (Área D) e Encostas com Campo de Canga Ferrífera Arbustivo (Área E) (Schaefer *et al.*, 2007; Schaefer *et al.*, 2012) (Figura 2).



Figura 2: Localização das cinco áreas (A, B, C, D, E) inventariadas na bacia de drenagem da lagoa do Amendoim, Serra Sul, Floresta Nacional de Carajás.

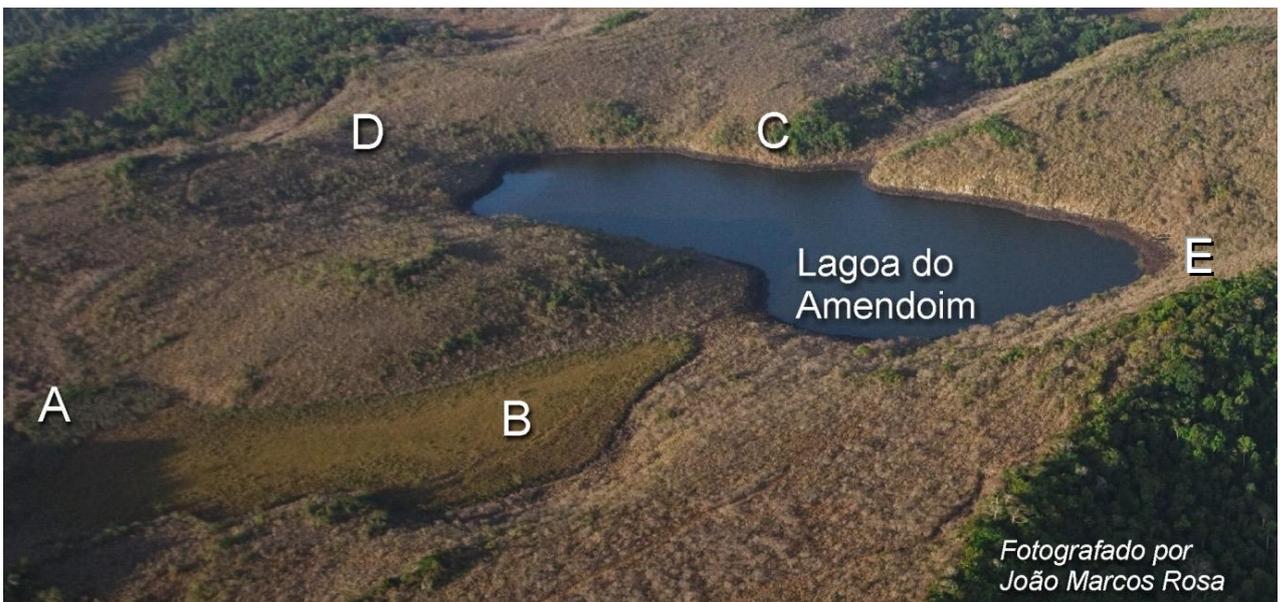


Figura 3: Visão aérea da bacia de drenagem da lagoa do Amendoim com indicação das áreas inventariadas (A, B, C, D, E).

Nas cinco áreas selecionadas foram utilizados o sistema de amostragem casual simples (aleatório), onde foram alocadas no total 29 unidades primárias, considerando inicialmente o esforço amostral de no mínimo 3% da área estudada. Para facilitar a coleta de informações por estrato vegetacional e a análise dos dados, cada unidade primária foi constituída por três sub-parcelas (Unidades Secundárias) sobrepostas, resultando no total de 72 amostras (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2: Coordenadas geográficas das unidades amostrais da bacia de drenagem da lagoa do Amendoim.

Pontos	Zona	Longitude m E	Latitude m S
1A	22M UTM	569023	9292819
1B	22M UTM	569059	9292688
2B	22M UTM	569137	9292603
3B	22M UTM	569076	9292553
4B	22M UTM	569167	9292546
5B	22M UTM	569206	9292575
6B	22M UTM	569092	9292595
19C	22M UTM	569729	9292742
20C	22M UTM	569701	9292723
21C	22M UTM	569695	9292697
22C	22M UTM	569712	9292696
23C	22M UTM	569683	9292725
24C	22M UTM	569680	9292741
25D	22M UTM	569494	9293089
26D	22M UTM	569504	9293051
27D	22M UTM	569537	9293104
28D	22M UTM	569571	9293090
29D	22M UTM	569488	9293032
30D	22M UTM	569477	9293074

31D	22M UTM	569440	9293085
32D	22M UTM	569440	9293046
33E	22M UTM	569410	9292259
34E	22M UTM	569400	9292223
35E	22M UTM	569450	9292243
36E	22M UTM	569440	9292200
37E	22M UTM	569490	9292230
38E	22M UTM	569490	9292179
39E	22M UTM	569540	9292214
40E	22M UTM	569530	9292169

Tabela 3: Dimensionamento do número de unidades amostrais por área de estudo.

Localização	Área (ha)	Número Unidades Primárias	Número Unidades Secundárias
A	0,65	1	3
B	5,71	6	12
C	0,49	6	18
D	1,22	8	19
E	1,87	8	20
Total	9,2	29	72

As sub-parcelas correspondem aos três níveis de amostragem (Figura 4):

- Estrato superior: 29 sub-parcelas de 5 x 20 m, para amostragem de plantas lenhosas com diâmetro a 1,5 m acima do nível do solo maior ou igual a 15,5 cm;
- Estrato médio: 29 sub-parcelas de 2 x 5 m, para amostragem de plantas lenhosas com diâmetro ao nível do solo maior ou igual a 5 cm e menor que 15 cm;
- Estrato inferior: 29 sub-parcelas de 1 x 1 m, para quantificar a vegetação de porte herbáceo ou diâmetro ao nível do solo menor que 1 cm.



Figura 4: Esquema da unidade amostral composta pelos três níveis de amostragem (Rayol, 2006).

Em cada unidade amostral todos os indivíduos vegetais foram identificados pelo nome científico e mensurado o diâmetro. No estrato superior o diâmetro foi medido a altura do peito (1,5m), já para os estratos mediano e inferior, o diâmetro foi mensurado ao nível do solo (DAS) com paquímetro ou fita diamétrica e das alturas total (Ht) e do caule (Hc) com o auxílio de uma vara de um metro.

A medição das variáveis dendométricas no estrato inferior, foi utilizada a metodologia segundo Rodal *et al.* (1992) (Figura 5), devido a grande quantidade de diferentes hábitos dos vegetais existentes nesse estrato.

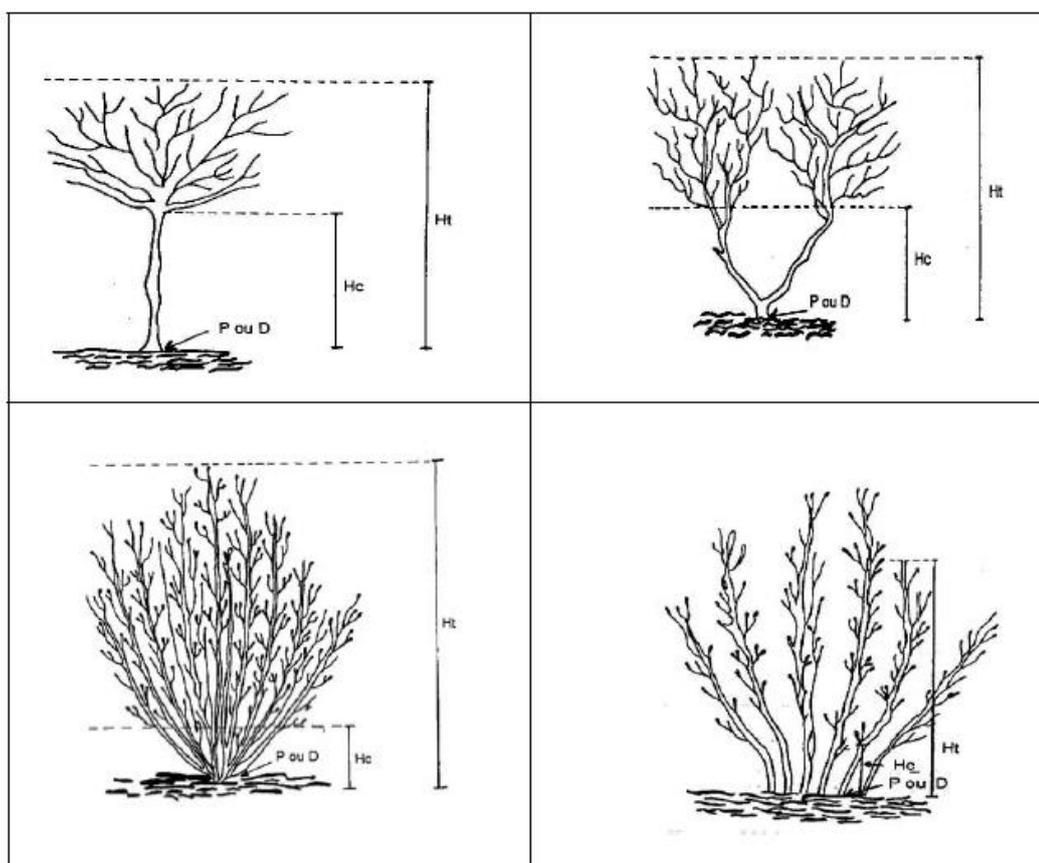


Figura 5: Hábitos mais comuns dos indivíduos da vegetação de canga. P= Perímetro; D= Diâmetro; HC= Altura do Caule; Altura Total (Fonte: Rodal *et al.*, 1992).

A identificação do material botânico foi feita por meio de literatura especializada e por comparações com exsicatas depositadas no herbário do Parque Zoobotânico Vale (HCJS), além de envio de espécimes para especialistas. Posteriormente as espécies férteis foram herborizadas e depositadas no acervo dos herbários do Museu Paraense Emílio Goeldi (MG) e de Carajás (HCJS).

Para atualização dos binômios específicos foram utilizados o índice de espécies do Royal Botanic Gardens of Kew (1993) e as informações disponíveis no site do Missouri Botanical Garden (disponível em: <http://www.mobot.org/W3T/search/vast.html>), no mês de novembro de 2015. A classificação adotada foi a APG II (Souza & Lorenzi 2008).

3.4 Análise dos dados

3.4.1 Homogeneidade das amostras

Para testar a homogeneidade entre as parcelas amostradas nas cinco áreas, foram avaliadas as variáveis riqueza, diversidade e composição florística.

3.4.2 Composição florística

A composição florística foi analisada através da riqueza de espécies (número de espécies encontradas nas áreas de estudo) e a distribuição dessas espécies nos seus respectivos gêneros e famílias botânicas.

3.4.3 Suficiência de amostragem florística

A suficiência de amostragem florística foi analisada com base na curva do coletor (Pielou, 1975). A curva do coletor mostra o surgimento das categorias taxonômicas inéditas no decorrer do levantamento. Essa curva permite estimar a suficiência da amostra, indicando o percentual de espécies do levantamento registrado na área (m²) onde ocorreu a estabilização do número de espécies por área (Rodal *et al.*, 1992).

3.4.4 Diversidade florística

Segundo Brower *et al.* (1990), os índices de diversidade apresentam as características da comunidade pelo seu nível de organização biológica. A diversidade florística das áreas foi analisada através do quociente de mistura de Jentsch (QMJ), do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e da equabilidade de Pielou (J'). A unidade de medida de H' com o uso da base logarítma neperiana é o "nat/indivíduo".

Lamprecht (1962) descreveu que o quociente de mistura de Jentsch (QMJ) serve para indicar quantas plantas de cada espécie são encontradas em média no povoamento, sendo obtido pela relação entre o número de espécies (S) e o número de indivíduos amostrados (N):

$$QMJ = S / N$$

O índice de diversidade de Shannon-Wiener expressa a incerteza em prever a qual espécie pertence um determinado indivíduo retirado aleatoriamente de uma amostra (Magurran, 1988), calculados conforme Brower *et al.* (1990):

$$H' = - \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \ln \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

onde,

$$p_i = n_i / N$$

n_i = número de indivíduos da i -ésima espécie amostrada

N = número total de indivíduos amostrados.

A equabilidade de Pielou indica um balanço entre a diversidade e o seu maior valor (Pielou, 1975), sendo calculado de acordo com Brower *et al.* (1990):

$$J' = H' / H_{max}$$

$$H_{max} = \ln S$$

em que:

S = número de espécies amostradas; \ln = logaritmo natural

H_{max} = diversidade máxima.

O Índice de dominância de Simpson mede a probabilidade de 2 (dois) indivíduos, selecionados ao acaso na amostra, pertencer à mesma espécie (Brower & Zarr, 1984).

Uma comunidade de espécies com maior diversidade terá uma menor dominância.

O valor estimado de C varia de zero a um, sendo que para valores próximos de um, a diversidade é considerada maior.

$$l = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} ; \quad C = 1 - l$$

em que:

l = é a medida de dominância

C = índice de dominância de Simpson;

n_i = número de indivíduos amostrados da i -ésima espécie;

N = número total de indivíduos amostrados;

S = número de espécies amostradas.

Pielou (J'):

Equabilidade de Pielou:

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

em que:

J' = índice de Equabilidade de Pielou;

$H'_{max} = \ln(S)$ = diversidade máxima;

S = número de espécies amostradas = riqueza.

O índice de Equabilidade pertence ao intervalo [0,1], onde 1 representa a máxima diversidade, ou seja, todas as espécies são igualmente abundantes.

3.4.5. Agregação das Espécies

Refere-se à distribuição espacial de uma espécie.

Índice de MacGuinnes (IGA):

É calculado pela seguinte expressão (McGUINNES, 1934):

$$IGA_i = \frac{D_i}{d_i}$$

Sendo: $D_i = \frac{n_i}{u_r}$; $d_i = \ln(1 - f_i)$; $f_i = \frac{u_i}{u_r}$

em que:

IGA_i = "Índice de MacGuinnes" para a i -ésima espécie;

D_i = densidade observada da i -ésima espécie;
 d_i = densidade esperada da i -ésima espécie;
 f_i = frequência absoluta da i -ésima espécie;
 \ln = logaritmo neperiano;
 n_i = número de indivíduos da i -ésima espécie;
 u_i = número de unidades amostrais em que a i -ésima espécie ocorre;
 u_T = número total de unidades amostrais.

Classif. IGA = Classificação do padrão de distribuição dos indivíduos das espécies, que obedece a seguinte escala:

IGAi < 1: distribuição uniforme
IGAi = 1: distribuição aleatória
1 < IGAi <= 2: tendência ao agrupamento
IGAi > 2: distribuição agregada ou agrupada.

3.5 Organização da comunidade

3.5.1 Nível arquitetural

Para caracterizar a arquitetura das fitocenoses foram analisados: a) Distribuição de todos os indivíduos no espaço vertical, por meio de histogramas da distribuição de frequências em classes de altura dos espécimes amostrados; b) Distribuição diamétrica de todos os indivíduos; c) Densidade total (ind./ha); d) Dominância total (m²/ha). Vale ressaltar ainda, que estas análises foram realizadas somente para os estratos superior e médio.

3.5.2 Nível estrutural

Para descrever a estrutura da vegetação de canga foram estimados os parâmetros quantitativos clássicos propostos por Mueller-Dombois & Ellenberg (1974). Sendo que, para a análise dos estratos superior e médio, foi utilizado o programa MATA NATIVA versão 4 (Cientec, 2016) e para o estrato inferior todos os

parâmetros foram estimados com auxílio de planilha eletrônica. Os parâmetros utilizados estão descritos abaixo:

A) Densidade: Refere-se ao número de indivíduos de cada espécie, dentro da associação vegetal por unidade de área ou volume.

Densidade Absoluta (Dai) – Representa o número de indivíduos da i-ésima espécie (n_i), em relação a área amostrada em hectare (A). Para se referir ao número total de indivíduos de cada espécie na amostragem faz-se uso do termo abundância:

$$DA_i = \frac{n_i}{A}$$

Densidade Relativa (Dri) – Representa a porcentagem do número de indivíduos da i-ésima espécie (n_i), em relação ao número total de indivíduos amostrados (N):

$$DR_i = \frac{DA_i}{DT} \times 100$$

B) Frequência: É a probabilidade de encontrar-se uma dada espécie em uma unidade amostral.

Frequência Absoluta (Fai) – Indica a ocorrência de cada espécie no total de unidades amostradas.

$$FA_i = \frac{u_i}{u_t} \times 100$$

Onde:

N_{pi} = número de parcelas em que ocorreu a espécie i

N_p = número total de parcelas amostradas

Frequência Relativa (Fri) – É a porcentagem de ocorrência de uma espécie em relação à soma das frequências absolutas de todas as espécies ($\sum Fai$).

$$FR = (Fai / \sum Fai) \times 100$$

C) Dominância: Expressa a ocupação do ambiente pelos indivíduos de uma espécie, por isso várias variáveis podem ser utilizadas para a obtenção deste

parâmetro, tais como: área basal, cobertura, biomassa e volume. É importante ressaltar que para os estratos superior e inferior a dominância será avaliada pela área basal e a para o estrato inferior será avaliada pela porcentagem de cobertura.

Dominância Absoluta (DoAi)

Estratos superior e médio- É a expressão da área basal da espécie (A_{bi}), pela área amostrada em hectare (A):

$$DoA_i = G_i$$

em que:

A_{bi} = somatório da área basal de cada árvore, calculada:

$$g = \frac{\pi d^2}{4}$$

onde,

g = área transversal

d = diâmetro considerado

$\pi = \text{Pi} = 3,1415\dots$

Estrato inferior – Indica a proporção do terreno ocupado pela projeção vertical das partes aéreas da planta sobre o solo, sendo obtida através da fórmula:

$$DoA_i = C \cdot U / A$$

onde,

C = área porcentual total coberta por uma espécie i U = Unidade de área amostrada (10.000 m²)

A = área total amostrada (m²)

Dominância Relativa (DoRi) – É a porcentagem que representa a dominância absoluta da i-ésima espécie (DoAi), em relação a dominância total:

$$DoRi = (DoAi / \sum DoAi) \times 100$$

D) Índice de valor de cobertura (IVC): Foi obtido através da soma da densidade (Dri) e dominância (DoRi) relativas da i-ésima espécie:

$$IVC = Dri + DoRi$$

E) Índice de valor de importância (IVI): Foi obtido através da soma da densidade (Dri), frequência (Fri) e dominância (DoRi) relativas da i-ésima espécie. Este índice demonstra numericamente a importância que cada espécie ocupa no ecossistema estudado.

$$IVI = Dri + Fri + DoRi$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As campanhas de campo foram realizadas em janeiro de 2015 para a Área C e em abril de 2015 para as Áreas, A, B e D. Em janeiro de 2016 as campanhas foram finalizadas com os levantamentos na Área E. Considerando que o período ideal para coleta dos dados é na estação chuvosa (novembro-abril), uma vez que a vegetação de canga de Carajás apresenta elevado grau de caducifolismo (Schaefer *et al.*, 2012) no período de seca (julho-outubro).

A vegetação rupestre constitui-se basicamente por um estrato herbáceo mais ou menos contínuo, entremeado por pequenos arbustos perenifólios e esclerófilos. Apesar dessa caracterização, que confere uma aparência semelhante às diversas áreas de campos rupestres, estes não constituem um tipo de vegetação homogênea, mas um mosaico de comunidades relacionadas e controladas pela topografia, declividade, microclima e natureza do substrato (Giulietti *et al.*, 2000).

Assim, o Complexo de Campos Rupestres sobre canga apresenta variações na cobertura vegetal que dependem diretamente do nível de aprofundamento do solo e de fragmentação da rocha sobre a qual a vegetação se desenvolve (Schaefer *et al.*, 2008).

No estudo foram selecionados cinco fitofisionomias distintas nas áreas de drenagem às proximidades da lagoa do Amendoim, com o objetivo de definir as espécies que caracterizam cada ambiente. Os resultados apresentados constituem informações de cada fitofisionomia.

4.1 Buritizais sobre solos orgânicos – Área A

Formações higrófilas, denominadas Buritizais, compostos por *Mauritia* spp. e Buritirana (*Mauritiella aculeata* (Kunth) Burret), além de muitas outras plantas subordinadas (*Calophyllum brasiliense* Cambess., por exemplo) (Figura 6). Ocorrem bordejando as formações lacustres e doliniformes de maior extensão (Schaefer *et al.*, 2007; Schaefer *et al.*, 2012).



Figura 6: Aspectos da vegetação da Área A, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará. Note a presença de buritis.

4.1.1 Composição florística – Área A

A florística encontrada na área inventariada com predominância de buritis é caracterizada por apresentar baixa riqueza em espécie. No levantamento foram identificadas apenas duas espécies, *Mauritiella aculeata* (Kunth) Burret, Arecaceae e Poaceae sp.3 identificada a nível de família, predominantes nos estratos superior (arbóreo) e inferior (herbáceo), respectivamente. A altura média do estrato superior é de 6,23 m para 18 cm do estrato inferior.

Mauritiella aculeata, é uma palmeira de subdossel, com caule cespitoso, até 8 m de altura e 10 cm DAP, com acúleos pontiagudos na parte inferior do tronco, folhas do tipo costapalmadas, medindo até 3 m de comprimento, muito frequente e abundante em toda a Amazônia, predominando em solos arenosos encharcados de florestas abertas, campinaranas e no interior da floresta de terra firme. Possui

distribuição entre os estados do Acre, Amazonas, Pará, Roraima e Rondônia (Ribeiro *et al.*, 1999; Leitman *et al.*, 2014; Miranda & Rabelo, 2008).

A característica destes ambientes é de solo orgânico encharcado, com grande entrada de luz, presença de epífitas do gênero *Catasetum* sp. (Orchidaceae) nos caules das palmeiras, e abundância no estrato herbáceo com presença de espécies de Malvaceae, Poaceae e Pteridófitas, visualizadas fora das parcelas amostradas.

4.2 Campo brejoso – Área B

Na sequência evolutiva natural das depressões doliniformes, ocorrem fases semi-lacustres, pântanos colmatados, formando verdadeiras turfeiras onde predominam Organossolos. Nessas situações surgem manchas alagadas com cobertura vegetal de porte arbustivo e herbáceo, denominados “Campo Brejoso” (Figura 7), que representavam lagos antigos, outrora mais amplos e hoje pobremente drenados (Schaefer *et al.*, 2007; Schaefer *et al.*, 2012).



Figura 7: Aspecto da vegetação da Área B, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

4.2.1 Composição florística – Área B

Na cobertura vegetal da área estudada do Campo Brejoso foram registrados oito espécies, sendo uma não identificada taxonomicamente, apenas a nível de família. As espécies são distribuídas em sete gêneros de seis famílias, sendo quatro espécies de porte arbustivo e quatro ervas aquáticas (Tabela 4).

Tabela 4: Florística das espécies amostradas no Campo Brejoso, Área B, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

Família	Espécie	FV
Cabombaceae	<i>Cabomba furcata</i> Schulth & Schult.F.	2
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.	2
Cyperaceae	<i>Eleocharis</i> sp.	2
Cyperaceae	Indeterminada	2
Fabaceae	<i>Chamaecrista desvauxii</i> (Collad.) Killip	1
Melastomataceae	<i>Miconia chamissois</i> Naudin	1
Melastomataceae	<i>Tibouchina stenocarpa</i> (DC.) Cogn.	1
Styracaceae	<i>Styrax pallidus</i> A. DC.	1

Legenda: FV – Forma de vida; Arbusto 1; Erva 2.

O índice de diversidade de espécies encontrado foi de 3,06 nats/indivíduos e equabilidade de 0,89. A unidade de medida de H' com o uso da base logarítmica neperiana é o "nat/indivíduo" o qual expressa a uniformidade relativa da abundância entre todas as espécies (Magurran, 1988).

A fitofisionomia horizontal do Campo Brejoso estudado é caracterizada pela dominância de *Styrax pallidus*, um arbusto da família Styracaceae representando 62 % do total dessa variável para composição florística da população. *Miconia chamissois*, representa o segundo lugar com 33 % e as demais espécies apenas 5%.

De acordo com a Tabela 5, observa-se que a espécie identificada apenas a nível de família, Cyperaceae apresentou o maior valor de densidade com 45 % em relação as outras espécies. Todavia, em função do seu porte herbáceo, com baixa biomassa, esta espécie se coloca em terceiro lugar em valor de cobertura. Por ser a

espécie mais abundante a Cyperaceae também apresenta a maior posição sociológica na área, resultando em 54 % do total desse parâmetro, que a coloca como a espécie mais frequente em toda a área do Campo Brejoso (Tabela 5). Apesar da alta frequência de Cyperaceae, a espécie com maior índice de valor de importância no campo brejoso é *Styrax pallidus* representando 29 % de cobertura vegetal na população, em função do seu porte arbustivo, comparado com o porte herbáceo da Cyperaceae. Este índice indica que essa espécie apesar de apresentar baixa densidade na composição florística da população, contribui de maneira significativa na estrutura fitossociológica da área.

A obtenção do índice de agregação de McGuinnes demonstrou que tanto a *Miconia chamissois* e a espécie indeterminada da família Cyperaceae apresentam distribuição espacial agregada, que reflete a elevada densidade na população, com participação acentuada de plantas de pequeno porte, formando pequenas e densas manchas na vegetação. As demais espécies, como *Styrax pallidus* apresentaram distribuição uniforme na população.

Tabela 5: Fitossociologia das espécies amostradas no Campo Brejoso, Área B, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

Espécies	DR	FR	DoR	PSR	VC	VC (%)	VI (%)
<i>Styrax pallidus</i>	7,21	17,65	62,11	3,65	69,316	34,66	28,99
<i>Miconia chamissois</i>	18,92	23,53	33,25	17,02	52,166	26,08	25,23
Indeterminada	45,05	29,41	0,15	53,92	45,194	22,6	24,87
<i>Eleocharis</i> sp.	9,01	5,88	0,04	10,78	9,044	4,52	4,98
<i>Cyperus</i> sp.	9,01	5,88	0,01	10,78	9,022	4,51	4,97
<i>Cabomba furcata</i>	9,01	5,88	0	1,68	9,012	4,51	4,96
<i>Tibouchina stenocarpa</i>	0,9	5,88	3,56	1,08	4,456	2,23	3,45
<i>Chamaecrista desvauxii</i>	0,9	5,88	0,89	1,08	1,79	0,89	2,56
TOTAL	100	100	100	100	200	100	100

Com essas informações pode-se confirmar que a composição florística do Campo Brejoso difere consideravelmente do Buritizal (Área A), não apenas na diversidade, mas também na estrutura vertical da população (Figura 8).

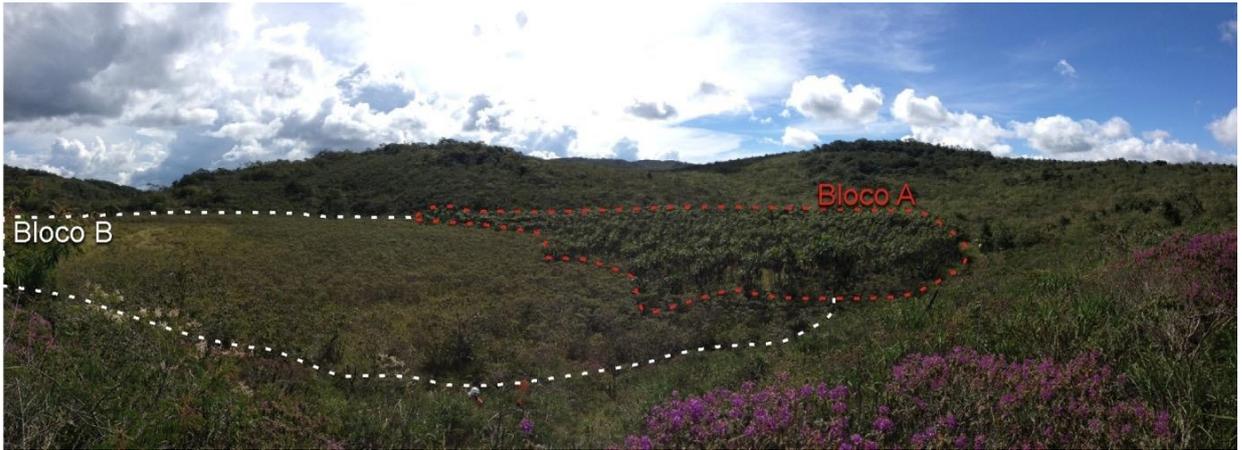


Figura 8: Lagoa preenchida adjacente à lagoa do Amendoim. Note a identificação dos dois blocos amostrais dos inventários florísticos com seus estratos vegetais diferenciados. Bloco A, Buritizais sobre solos orgânicos, Bloco B, Campo brejoso.

No Campo Brejoso o estrato superior é inexistente e o estrato mediano com registro de espécies arbustivas somente nas margens da área alagada, onde as raízes em contato com a rocha do fundo se sustentam e se fixam. À medida que se aproximam do centro do campo brejoso as espécies arbustivas desaparecem, devido ao grande acúmulo de sedimento orgânico, favorecendo as espécies herbáceas, que indica a formação deste estrato vegetacional (Figura 8). O gráfico da Figura 9 representa a estrutura vertical que demonstra o predomínio das espécies herbáceas, onde o maior valor da posição sociológica da população, encontra-se na classe de altura de 0,43 cm a 1,56 m.

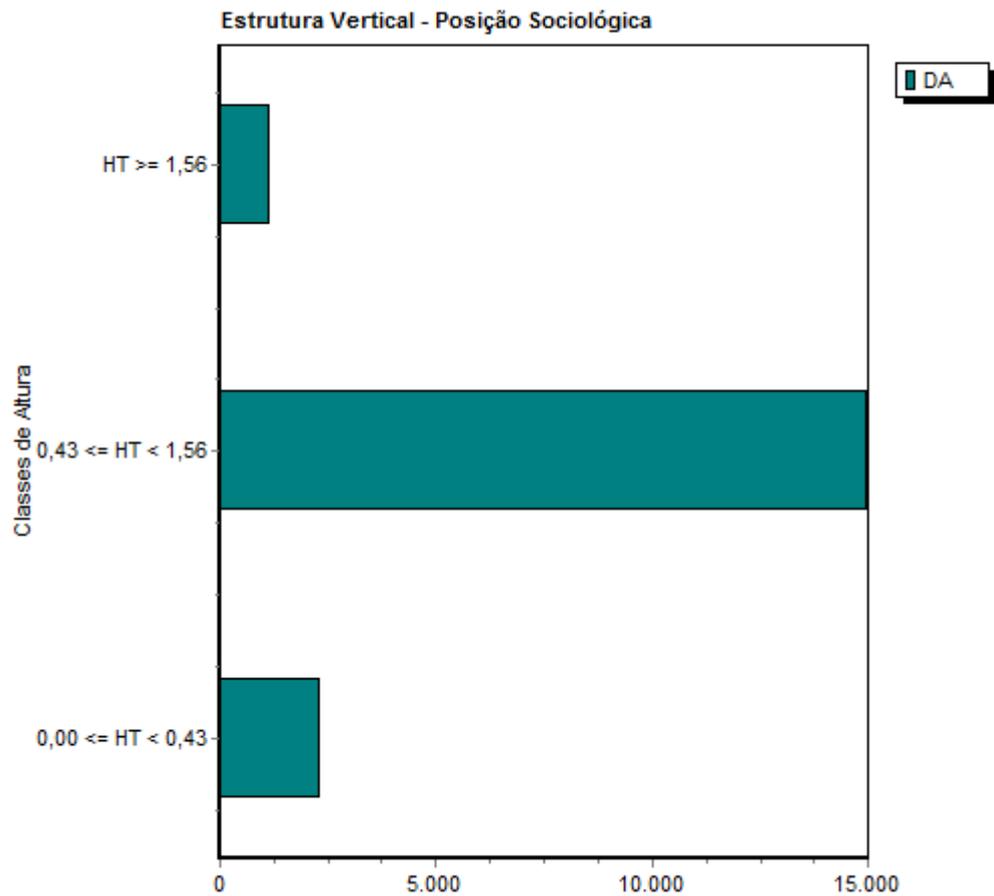


Figura 9: Posição sociológica da composição florística da Área B, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

4.3 Mata alta (Capão florestal denso) sobre solo profundo de canga degradada – Área C

Em certas zonas, especialmente onde houve o colapso subsuperficial do saprólito, sotoposto à canga ferrífera, formam-se áreas de acumulação coluviais, com solos com profundidade de horizonte Bw variando de 20 cm a 1 m, onde a retenção hídrica e de nutrientes são favorecidas. Nessas condições, desenvolvem-se verdadeiras matas altas, bem estruturadas e ricas em espécies (Schaefer *et al.*, 2007; Schaefer *et al.*, 2012) (Figura 10).

Os Capões Florestais podem ocorrer em situações diversas, como: (1) nas bordas mais escarpadas e sombreadas dos lagos de topo; (2) em pequenas depressões circulares ou “amebóides” dentro do Platô, em geral associados a cavernas de dissolução; (3) ao longo de grotas e cânions, tanto no centro quanto nas bordas dos Platôs (Schaefer *et al.*, 2007; Schaefer *et al.*, 2012).

Essas Matas ou Capões são frequentemente associados a cavernas de canga, onde se desenvolve espessa camada de guano, rica em minerais fosfatados que podem ser em parte aproveitados pelas raízes de árvores. Os solos às proximidades das cavernas são sempre mais profundos e ricos em matéria orgânica e serapilheira, além de serem muito mais ricos em fósforo que os solos de Campo Rupestre do entorno (Schaefer *et al.*, 2007; Schaefer *et al.*, 2012).



Figura 10: Lagoa, aspecto da vegetação da Área C, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

4.3.1 Composição florística – Área C

A composição florística do Capão é representada por 35 espécies. O número de famílias registrado foi de 24. A classificação das espécies quanto à forma de vida permitiu distinguir a formação do estrato superior, com o predomínio de árvores (44%), seguida de arbustos (31%), ervas (17%) e as lianas representando apenas 8% da população (Tabela 6).

Tabela 6: Florística das espécies amostradas no Capão Florestal Denso, Área C, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

Famílias	Espécies	FV
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	1
Annonaceae	<i>Guatteria</i> cf. <i>poeppigiana</i> Mart.	1
Annonaceae	<i>Guatteria poeppigiana</i> Mart.	1
Annonaceae	<i>Guatteria tomentosa</i> Rusby	1
Annonaceae	<i>Xylopia brasiliensis</i> Spreng.	1
Cactaceae	<i>Cereus hexagonus</i> (L.) Mill.	2

Famílias	Espécies	FV
Chrysobalanaceae	<i>Licania macrophylla</i> Benth.	1
Clusiaceae	<i>Clusia alata</i> Planch. & Triana	1
Dilleniaceae	Indeterminada	4
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum citrifolium</i> A. St.-Hil.	2
Euphorbiaceae	<i>Alchornea discolor</i> Poepp.	1
Euphorbiaceae	<i>Aparisthmium cordatum</i> (A. Juss.) Baill.	1
Euphorbiaceae	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	1
Fabaceae	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	1
Fabaceae	<i>Parkia platycephala</i> Benth.	1
Humiriaceae	<i>Sacoglottis mattogrossensis</i> Malme	1
Icacinaceae	<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers	1
Indeterminada	Indeterminada	2
Melastomataceae	<i>Blakea rosea</i> (Ruiz & Pav.) D. Don	2
Melastomataceae	<i>Miconia longifolia</i> (Aubl.) DC.	1
Meliaceae	<i>Trichilia</i> sp.	1
Moraceae	<i>Ficus guianensis</i> Desv. Ex Ham.	1
Myrtaceae	<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	2
Myrtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	2
Myrtaceae	<i>Myrcia sylvatica</i> (G. Mey.) DC.	2
Myrtaceae	<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	1
Nyctaginaceae	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	1
Poaceae	<i>Lasiacis ligulata</i> Hitchc. & Chase	3
Pteridaceae	Indeterminada	3
Rubiaceae	Indeterminada	2
Sapindaceae	Indeterminada	3
Sapindaceae	<i>Matayba arborescens</i> (Aubl.) Radlk.	1
Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	1
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	1
Vochysiaceae	<i>Vochysia haenkeana</i> Mart.	1

Legenda: FV – Forma de vida; Árvore 1; Arbusto 2; Erva 3; Liana 4.

As famílias mais representativas em espécies foram Annonaceae e Myrtaceae com quatro espécies, seguidas de Euphorbiaceae com três espécies, e as demais, com duas a uma espécie, representando 69% do total de famílias amostradas na área. Porém, as famílias mais abundantes foram Chrysobalanaceae, com o maior valor de importância (74,93%), representado por 61 indivíduos amostrados, em seguida a Euphorbiaceae com 69,74% de valor de importância e 64 indivíduos, conforme Tabela 7 e Figura 11. Os gêneros mais ricos em espécies foram *Guatteria* com três espécies, *Eugenia* e *Myrcia*, ambos com duas espécies. Todos os outros gêneros foram representados apenas por uma espécie. Estes gêneros por sua vez,

são comumente encontrados nas formações de canga da Serra Sul (Rayol, 2006; Nunes, 2009).

Tabela 7: Fitossociologia das famílias botânicas amostradas no Capão Florestal Denso, Área C, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

Famílias	N	N°.HA ⁻¹	AB (M ² .HA ⁻¹) ¹	DR	DOR	VI
Euphorbiaceae	64	1163,64	66,86	25,91	17,92	69,74
Chrysobalanaceae	61	1109,09	95,3	24,7	25,54	74,93
Myrtaceae	21	381,82	14,85	8,5	3,98	20,98
Melastomataceae	13	236,36	11,03	5,26	2,96	13,48
Sapindaceae	11	200	7,73	4,45	2,07	10,98
Annonaceae	9	163,64	11,7	3,64	3,14	10,42
Sapotaceae	8	145,45	14,03	3,24	3,76	10,24
Anacardiaceae	7	127,27	40,19	2,83	10,77	16,44
Humiriaceae	7	127,27	11,38	2,83	3,05	8,72
Meliaceae	5	90,91	2,37	2,02	0,64	4,68
Poaceae	5	90,91	0	2,02	0	4,05
Rubiaceae	5	90,91	1,65	2,02	0,44	4,49
Clusiaceae	4	72,73	4,5	1,62	1,2	4,44
Fabaceae	4	72,73	36,45	1,62	9,77	13,01
Icacinaceae	4	72,73	12,81	1,62	3,43	6,67
Nyctaginaceae	4	72,73	0	1,62	0	3,24
Simaroubaceae	4	72,73	12,37	1,62	3,31	6,55
Cactaceae	3	54,55	9,84	1,21	2,64	5,07
Erythroxylaceae	3	54,55	0,48	1,21	0,13	2,56
Dilleniaceae	1	18,18	1,06	0,4	0,28	1,09
Indeterminada	1	18,18	0	0,4	0	0,81
Moraceae	1	18,18	11,89	0,4	3,19	4
Pteridaceae	1	18,18	0,2	0,4	0,05	0,86
Vochysiaceae	1	18,18	6,43	0,4	1,72	2,53
TOTAL	247	4490,91	373,14	100	100	300

Legenda: FV – Forma de vida; Árvore 1; Arbusto 2; Erva 3; Liana 4.

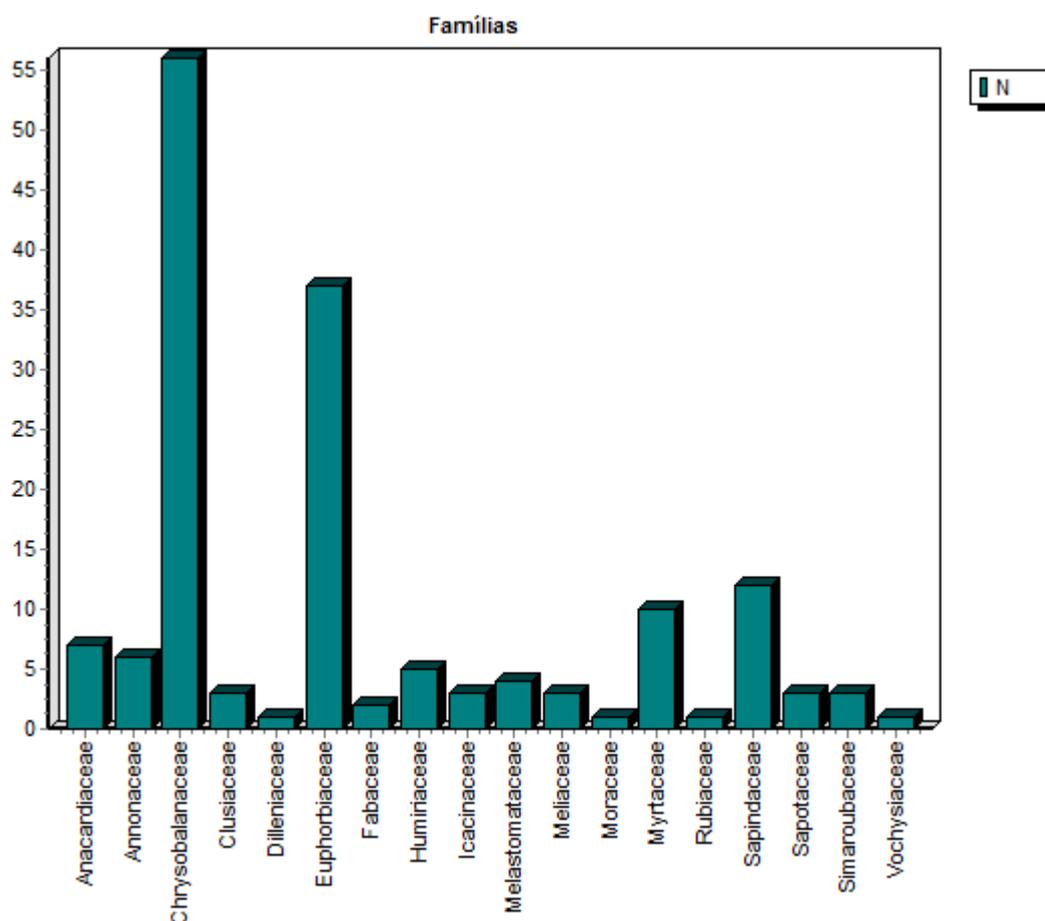


Figura 11: Famílias Botânicas mais representativas do estrato arbóreo da Área C, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

O índice de diversidade de espécies encontrados na área foi de 2,62 nats/indivíduos, o que resultou numa equabilidade de 0,74. Nunes (2009) no Capão Florestal encontrou um índice de 3,13 nats/indivíduos e equabilidade de 84%, porém com esforço amostral diferenciado que pode explicar essa diferença.

A curva do coletor obtida no Capão Florestal Denso é apresentada na Figura 12. O acréscimo no número de espécies é maior no início da amostragem, tendendo a uma estabilização a partir da 12^a amostra.

Observa-se ainda que com até 12 amostras inventariadas (80% do esforço amostral do trabalho de campo) foram obtidas cerca de 34 espécies (97% do total amostrado) e com mais três amostras foi identificada apenas uma espécie no

levantamento, o que comprova que o número de amostras foi suficiente para mensurar a diversidade da população.

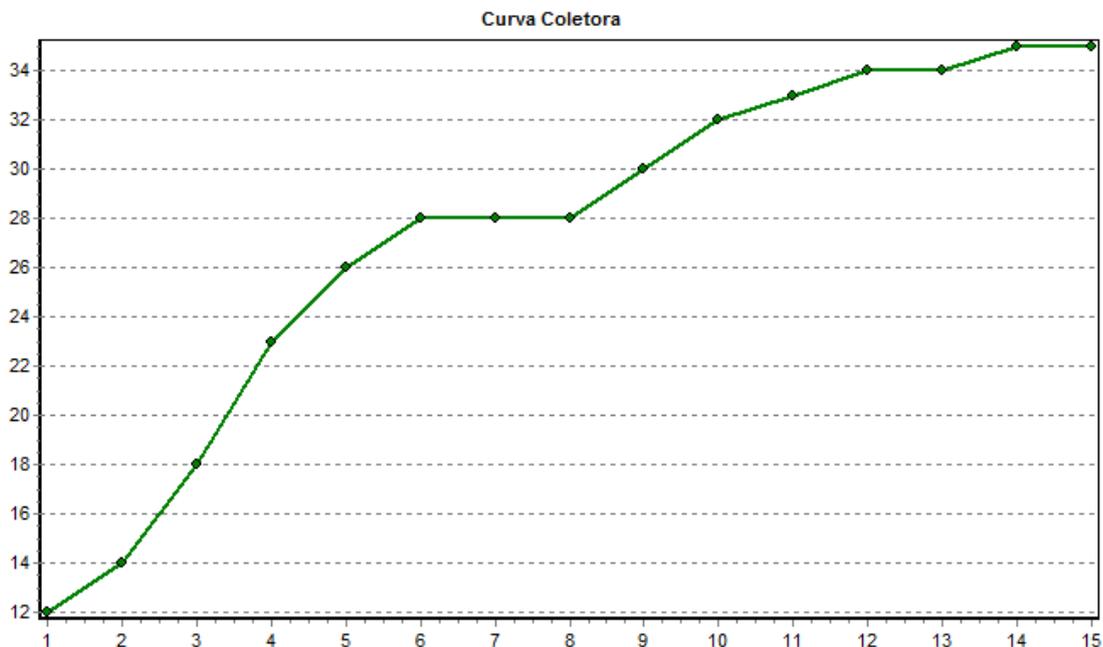


Figura 12: Curva do coletor para estimativa do número de espécies em função do número de amostras na Área C, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

A análise da Estrutura Interna da população do Capão Florestal Denso, resultou em uma densidade estimada para a área de 4.490,91 ind/ha, com área basal de 320,90 m² e volume de 2.259,86 m³ (Tabela 8), considerando-se todos os indivíduos vegetais com diâmetro ao nível do solo com valores menor e acima de 1 cm. Incluem-se também árvores tombadas vivas.

Tabela 8: Estrutura interna da população da Área C, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

Estratos	N/Ha	AB (m ²)	Vol (m ³)
SP1	2381,82	250,50	2004,32
SP2	909,09	61,46	236,7924
SP3	1200,00	8,94	18,748
TOTAL	4490,91	320,90	2259,86

A Tabela 8 mostra que a concentração do volume está no estrato superior, dos indivíduos com diâmetro a 1,5 m acima do nível do solo, maior ou igual a 15,5 cm, representando 99% do volume total da comunidade florestal.

A fitofisionomia estudada caracteriza-se pela densidade de *Licania macrophylla* (Chrysobalanaceae) representada por 61 indivíduos, e é a que apresentou maior Valor de Cobertura e Importância na comunidade florestal, representando 23,25% do total desses parâmetros, e que comumente dá uma característica fisionômica aos capões florestais da região de Carajás (Tabela 9). Segundo Ribeiro *et al.* 1999, *L. macrophylla* é uma árvore de subdossel sem sapopemas, com ritidoma reticulado, e distribui-se na Amazônia Oriental e Guianas.

Tabela 9: Composição da Estrutura Horizontal da Área C, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

Espécies	DR	FR	DoR	Ps	VC	IVI
<i>Licania macrophylla</i>	24,7	5,88	20,37	53,86	45,07	23,25
<i>Aparisthium cordatum</i>	21,86	5,88	8,03	28,46	29,89	17,25
<i>Myrcia splendens</i>	6,07	5,88	3,87	3,56	9,94	5,34
<i>Miconia longifolia</i>	4,86	3,53	2,19	1,88	7,04	3,97
<i>Matayba arborescens</i>	4,05	3,53	1,78	2,34	5,82	3,29
<i>Maprounea guianensis</i>	3,64	3,53	9,53	2,31	13,18	5,61
<i>Pouteria ramiflora</i>	3,24	5,88	3,79	0,74	7,03	3,42
<i>Tapirira guianensis</i>	2,83	3,53	10,86	1,4	13,7	5,51
<i>Sacoglottis mattogrossensis</i>	2,83	2,35	7,56	0,83	10,4	4,41
<i>Guatteria poeppigiana</i>	2,02	4,71	2,24	0,71	4,26	2,1
<i>Trichilia</i> sp.	2,02	2,35	0,64	0,37	2,67	1,56
Rubiaceae	2,02	3,53	0,45	0,31	2,47	1,5
<i>Lasiacis ligulata</i>	2,02	1,18	0	0,71	2,02	1,35
<i>Emmotum nitens</i>	1,62	3,53	4,4	0,29	6,02	2,55
<i>Simarouba amara</i>	1,62	3,53	3,61	0,29	5,23	2,28
<i>Clusia alata</i>	1,62	2,35	1,22	0,29	2,83	1,48
<i>Guapira opposita</i>	1,62	3,53	0,14	0,46	1,76	1,13
<i>Parkia platycephala</i>	1,21	2,35	9,42	0,14	10,64	3,95
<i>Cereus hexagonus</i>	1,21	5,88	2,66	0,14	3,87	1,7
<i>Myrcia sylvatica</i>	1,21	2,35	0,26	0,26	1,47	0,9
<i>Erythroxylum citrifolium</i>	1,21	2,35	0,13	0,14	1,34	0,85
<i>Guatteria tomentosa</i>	0,81	2,35	0,21	0,06	1,02	0,61
<i>Eugenia</i> sp.	0,81	1,18	0	0,11	0,81	0,54
<i>Vochysia haenkeana</i>	0,4	1,18	2,76	0,03	3,16	1,19

Espécies	DR	FR	DoR	Ps	VC	IVI
<i>Alchornea discolor</i>	0,4	1,18	0,99	0,03	1,39	0,6
<i>Blakea rosea</i>	0,4	5,88	0,96	0,03	1,36	0,59
<i>Guatteria cf. piloxinea</i>	0,4	1,18	0,51	0,03	0,92	0,44
<i>Ficus cf. guianensis</i>	0,4	1,18	0,46	0,03	0,87	0,42
<i>Dipteryx odorata</i>	0,4	1,18	0,43	0,03	0,83	0,41
Dilleniaceae	0,4	1,18	0,29	0,03	0,69	0,37
<i>Xylopia brasiliensis</i>	0,4	1,18	0,21	0,03	0,61	0,34
Pteridaceae	0,4	1,18	0,05	0,03	0,46	0,29
<i>Eugenia punicifolia</i>	0,4	1,18	0	0,03	0,4	0,27
Indeterminada	0,4	1,18	0	0,03	0,4	0,27
Sapindaceae	0,4	1,18	0	0,03	0,4	0,27
TOTAL	100	100	100	100	200	100

A densidade de espécies clímax e de maior porte como *Pouteria*, *Simarouba* e a *Vochysia*, mostra que não há indícios de intervenção antrópica na área. A espécie em segundo lugar em densidade é a *Aparisthium cordatum* (Euphorbiaceae) com 54 indivíduos e em segundo também em valor de Cobertura e Importância, com representatividade de 17,25%, seguida da *Maprounea guianensis* com 5,61% e *Sacoglottis mattogrossensis* representando 5,51%. As outras espécies, num total de 31 representaram 48% da comunidade florestal. *Aparisthium cordatum* é uma árvore pequena, apresenta folhas glabras, frequente em capoeiras, florestas primárias e na campinarana. Possui distribuição do Sul da América Central à América do Sul subtropical (Ribeiro *et al.*, 1999; Secco, 2005).

As espécies de maior Valor de Importância (VI) são apresentadas graficamente na Figura 13, onde pode-se notar a dominância da *Licania macrophylla* e *Aparisthium cordatum* na estrutura da cobertura vegetal do capão.

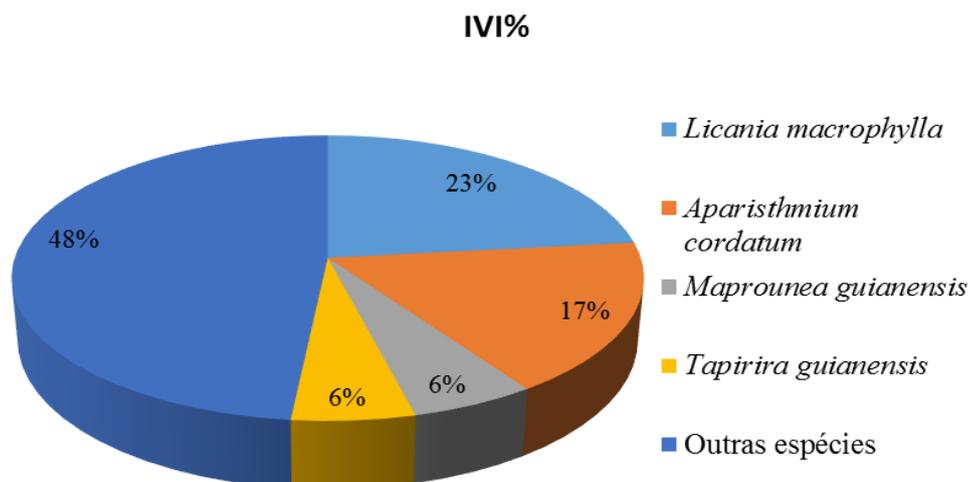


Figura 13: Composição do Índice de Valor de Importância para espécies de maior representatividade na Área C, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

Nunes (2009) registrou no Capão Florestal da bacia da lagoa do Violão 40 espécies pertencentes a 32 gêneros e 25 famílias. As famílias predominantes foram Humiriaceae com 13%, Myrtaceae e Fabaceae com 11%, Sapotaceae com 9% e Sapindaceae com 6% das espécies identificadas. As espécies mais abundantes foram *Sacoglottis mattogrossensis*, *Myrcia splendens* e *Pouteria ramiflora* (CFV 1; Figura 14). Subordinadamente ocorrem *Callisthene minor*, *Sclerolobium paniculatum* e *Pilosocereus* sp. (CFV 2; Figura 14).

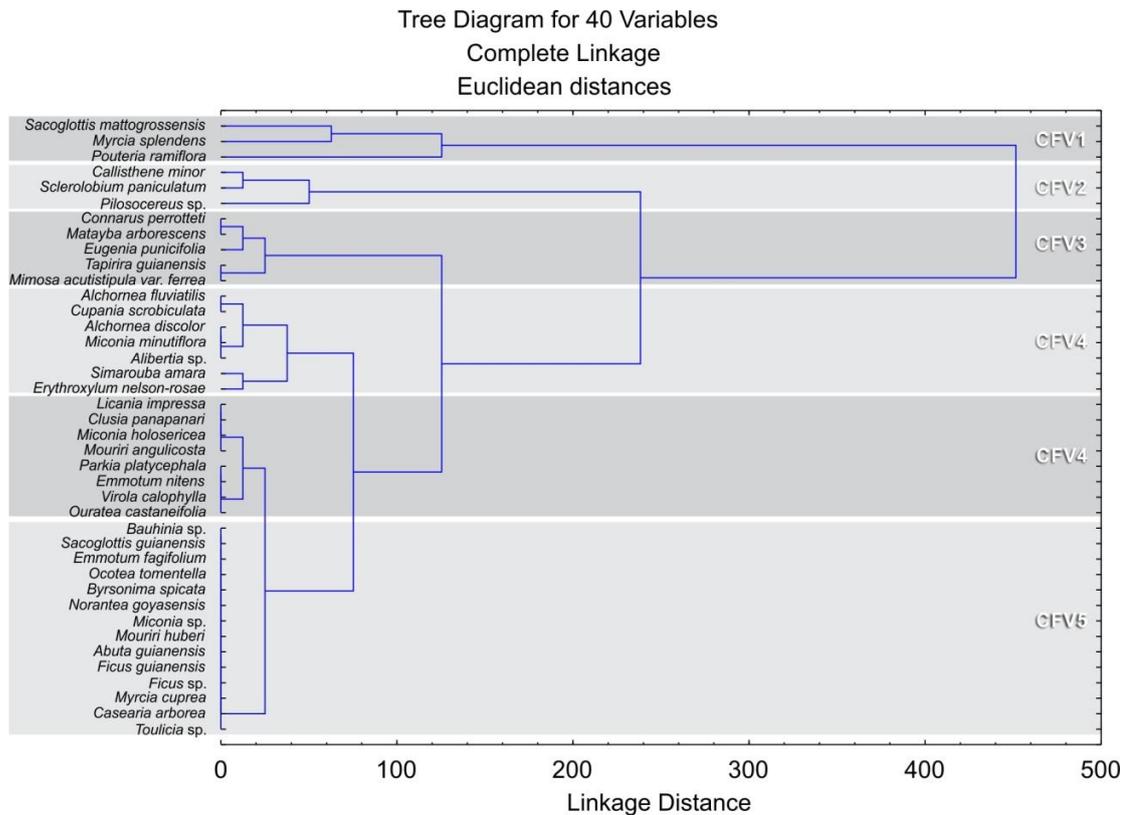


Figura 14: Grupos vegetais predominantes no Capão Florestal da bacia da lagoa do Violão.

Pouteria ramiflora apresentou altos valores de densidade, frequência e dominância, ocorrendo em todas as parcelas amostradas em seu estudo, embora menor que *Sacoglottis mattogrossensis* e *Myrcia splendens*. Estas três espécies também estiveram entre as 10 mais importantes amostradas no Capão Florestal Denso da bacia da lagoa do Amendoim (Figura 15).

As espécies mais abundantes foram *Licania macrophylla* Benth. E *Aparisthium cordatum* (A. Juss.) Baill (CFA1; Figura 15). Secundariamente ocorrem *Myrcia splendens* (Sw.) DC., *Miconia longifolia* (Aubl.) DC., *Matayba arborescens* (Aubl.) Radlk. e *Maprounea guianensis* Aubl (CFA2; Figura 15). Para a análise de similaridade do dendograma da bacia de drenagem da lagoa do Amendoim, foram desconsideradas as espécies indeterminadas e identificadas a nível de família botânica, registrando um total de 28 espécies distribuídas em 25 gêneros e 18 famílias.

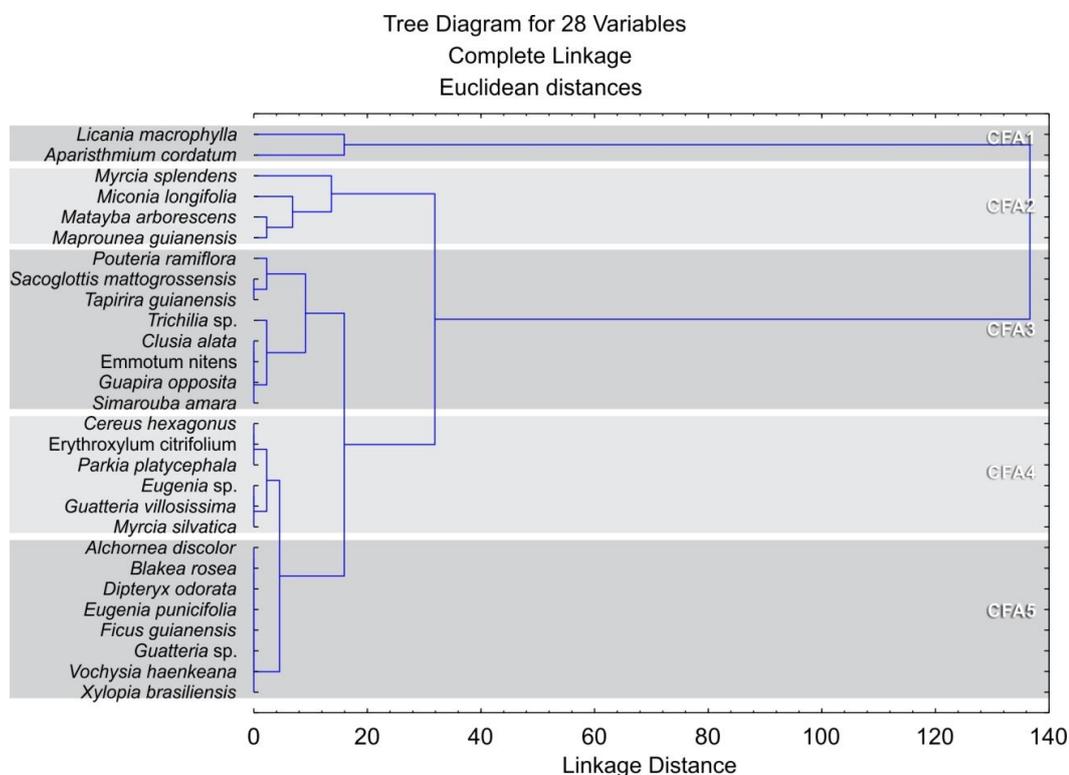


Figura 15: Grupos vegetais predominantes no Capão Florestal Denso da bacia da lagoa do Amendoim.

As espécies comuns em ambas as bacias de drenagem foram *Alchornea discolor*, *Emmotum nitens*, *Eugenia puniceifolia*, *Ficus guianensis*, *Matayba arborescens*, *Myrcia splendens*, *Parkia platycephala*, *Pouteria ramiflora*, *Sacoglottis mattogrossensis*, *Simarouba amara* e *Tapirira guianensis*. Dentre estas espécies, *M. splendens* (CFV1 e CFA2; Figura 14 e 15) *S. mattogrossensis* (CFV1 e CFA4; Figura 14 e 15) *P. ramiflora* (CFV1 e CFA3; Figuras 17 e 18) e *M. arborescens* (CFV3 e CFA2; Figuras 14 e 15) foram as mais representativas. Isto corresponde a ~25% e 35% de similaridade entre as espécies identificadas nas bacias das lagoas do Violão e Amendoim, respectivamente.

Analisando a estrutura espacial do capão florestal, pode-se observar que as espécies apresentam padrão de distribuição bastante heterogêneo, com sete espécies distribuídas uniformemente, cinco aleatórias e seis com tendência a

agrupamento, apenas três espécies apresentaram distribuição agregada para índice de MacGuinnes calculado, conforme Figura 16. Espécies fortemente agregadas apresentam alta razão variância/média, como as espécies de *Maprounea guianensis*, *Sacoglottis mattogrossensis* e *Clusia alata*, como consequência do estágio de regeneração que estas se encontram, tendendo a formar pequenas faixas nas bordas do capão florestal.

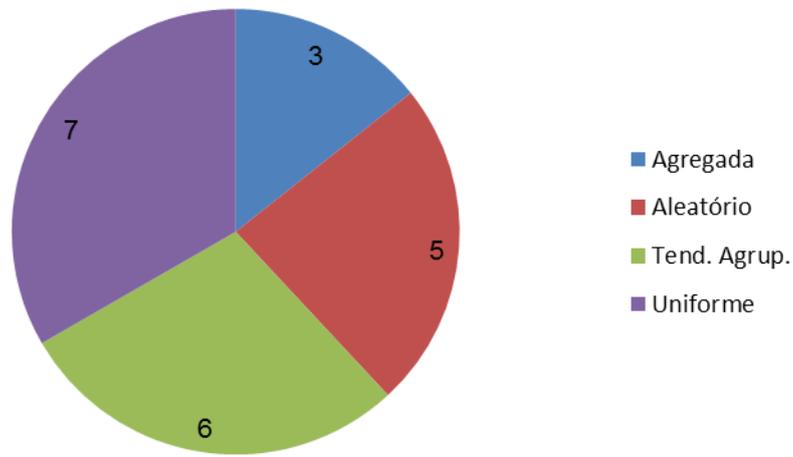


Figura 16: Estrutura espacial da comunidade Capão Florestal Denso da bacia da lagoa do Amendoim, Área C, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

As posições sociológicas relativa de todas as espécies encontradas na área de estudo, em ordem decrescente de valores absolutos, estão apresentadas na Tabela 10, representando o capão.

Tabela 10: Composição da Estrutura Vertical da Área C, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

Espécie	PSR%	Classe de altura		
		HT < 0,21	0,21 <= HT < 13,18	HT >= 13,18
<i>Aparisthium cordatum</i>	28,46	0	61	0
<i>Licania macrophylla</i>	53,86	3	50	1
<i>Myrcia splendens</i>	3,56	1	12	2
<i>Miconia longifolia</i>	1,88	1	10	1
<i>Matayba arborescens</i>	2,34	0	9	1
<i>Maprounea guianensis</i>	2,31	0	9	0
<i>Pouteria ramiflora</i>	0,74	2	6	0
<i>Tapirira guianensis</i>	1,4	0	7	0
<i>Sacoglottis mattogrossensis</i>	0,83	0	7	0
<i>Guatteria poeppigiana</i>	0,71	0	5	0
<i>Trichilia</i> sp.	0,37	0	5	0
Rubiaceae	0,31	0	5	0
<i>Lasiacis ligulata</i>	0,71	1	4	0
<i>Emmotum nitens</i>	0,29	0	4	0
<i>Simarouba amara</i>	0,29	0	4	0
<i>Clusia alata</i>	0,29	0	4	0
<i>Guapira opposita</i>	0,46	0	3	1
<i>Parkia platycephala</i>	0,14	0	2	1
<i>Cereus hexagonus</i>	0,14	0	0	3
<i>Myrcia silvatica</i>	0,26	0	3	0
<i>Erythroxylum citrifolium</i>	0,14	0	3	0
<i>Guatteria tomentosa</i>	0,06	1	1	0
<i>Eugenia</i> sp.	0,11	0	2	0
<i>Vochysia haenkeana</i>	0,03	0	1	0
<i>Alchornea discolor</i>	0,03	0	1	0
<i>Blakea rosea</i>	0,03	0	1	0
<i>Guateria</i> cf. <i>Piloxinea</i>	0,03	0	1	0
<i>Ficus</i> cf. <i>Guianensis</i>	0,03	0	1	0
<i>Dipteryx odorata</i>	0,03	0	1	0
Dilleniaceae	0,03	1	0	0
<i>Xylopia brasiliensis</i>	0,03	0	1	0
Pteridaceae	0,03	0	1	0
<i>Eugenia puniceifolia</i>	0,03	0	1	0
Indeterminado	0,03	1	0	0
Sapindaceae	0,03	0	1	0
TOTAL	100	11	226	10

4.4 Encosta com campo de canga ferrífera com *Vellozia* – Área D

Nestes ambientes, ocorrem micro-bolsões de solos orgânico que preenchem fraturas e depressões de dissolução na canga, onde se enraízam *Vellozias* e tufos herbáceos de *Sobralia* (orquidácea), como espécies dominantes nessa formação (Figura 17). Nas vertentes mais íngreme e úmidas, mostram maior porte e revelam menor efeito de déficit hídrico severo a que estão submetidas (Schaefer *et al.*, 2007; Schaefer *et al.*, 2012).



Figura 17: Aspecto da vegetação da Área D, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

4.4.1 Composição florística – Área D

O levantamento florístico nesta fitofisionomia registrou 22 espécies, representadas por 20 gêneros de 18 famílias botânicas (Tabela 11). Os gêneros mais dominante na composição florística foi *Vellozia*, com uma estimativa de números de indivíduos superior a 3.600/ha, que representou 63 % de dominância relativa em relação as outras espécies registradas. O gênero *Perama*, uma erva da família Rubiaceae que apresentou o maior número estimado de indivíduo por hectare superior a 12.500/ha, representa apenas 0,04% desse índice, menor que *Norantea* com 15%, ficando em segundo lugar em valor de cobertura na área.

Dentre as famílias, as mais ricas em número de espécies foram Convolvulaceae e Poaceae, representadas por três espécies cada. As demais famílias apresentaram entre duas e uma espécies, apenas. Quanto ao número de indivíduos, a família de maior importância foram Velloziaceae, Rubiaceae e Orchidaceae (Figura 18).

Tabela 11: Florística das espécies amostradas no Campo de Canga Ferrífera com *Vellozia*, Área D, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

Famílias	Espécies	FV
Araceae	<i>Anthurium gracile</i> (Rudge) Schott	3
Araceae	<i>Philodendrum</i> sp.	3
Aristolochiaceae	<i>Aristolochia</i> sp.	3
Asteraceae	<i>Lepidaploa paraensis</i> (H. Rob.) H. Rob.	3
Cactaceae	<i>Cereus hexagonus</i> (L.) Mill.	3
Clusiaceae	<i>Clusia alata</i> Planch. & Triana	2
Convolvulaceae	Indeterminada	3
Convolvulaceae	<i>Ipomoea carajasensis</i> D.F. Austin	3
Convolvulaceae	<i>Ipomoea marabensis</i> D.F. Austin & Secco	3
Eriocaulaceae	<i>Eriocaulon</i> sp.	3
Fabaceae	<i>Bauhinia pulchella</i> Benth.	2
Fabaceae	<i>Crotalaria maypurensis</i> Kunth	3
Fabaceae	<i>Galactia jussiaeana</i> Kunth	3
Lythraceae	<i>Cuphea annulata</i> Koehne	3
Lythraceae	<i>Cuphea</i> sp.	3
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis malifolia</i> (Nees & Mart.) B. Gates	2
Malpighiaceae	<i>Byrsonima spicata</i> (Cav.) DC.	2
Marcgraviaceae	<i>Norantea goyasensis</i> Cambess.	2
Melastomataceae	<i>Tibouchina aspera</i> Aubl.	2
Melastomataceae	<i>Tibouchina spruceana</i> Cogn.	2
Myrtaceae	<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	2
Orchidaceae	<i>Catasetum discolor</i> (Lindl.) Lindl.	3
Orchidaceae	<i>Sobralia liliastrum</i> Lindl.	3
Poaceae	Indeterminada	3
Poaceae	Indeterminada	3
Poaceae	<i>Panicum pilosum</i> Sw.	3
Poaceae	<i>Paspalum</i> sp.	3
Rubiaceae	<i>Cordia latifolia</i> Benth.	2
Rubiaceae	Indeterminada	3
Rubiaceae	<i>Perama carajensis</i> J.H. Kirkbr.	3
Velloziaceae	<i>Vellozia glochidea</i> Pohl	2
Vochysiaceae	<i>Callisthene minor</i> Mart.	2

Legenda: FV – N: Número de indivíduo; Forma de vida: Árvore: 1; Arbusto: 2; Erva: 3; Liana: 4.

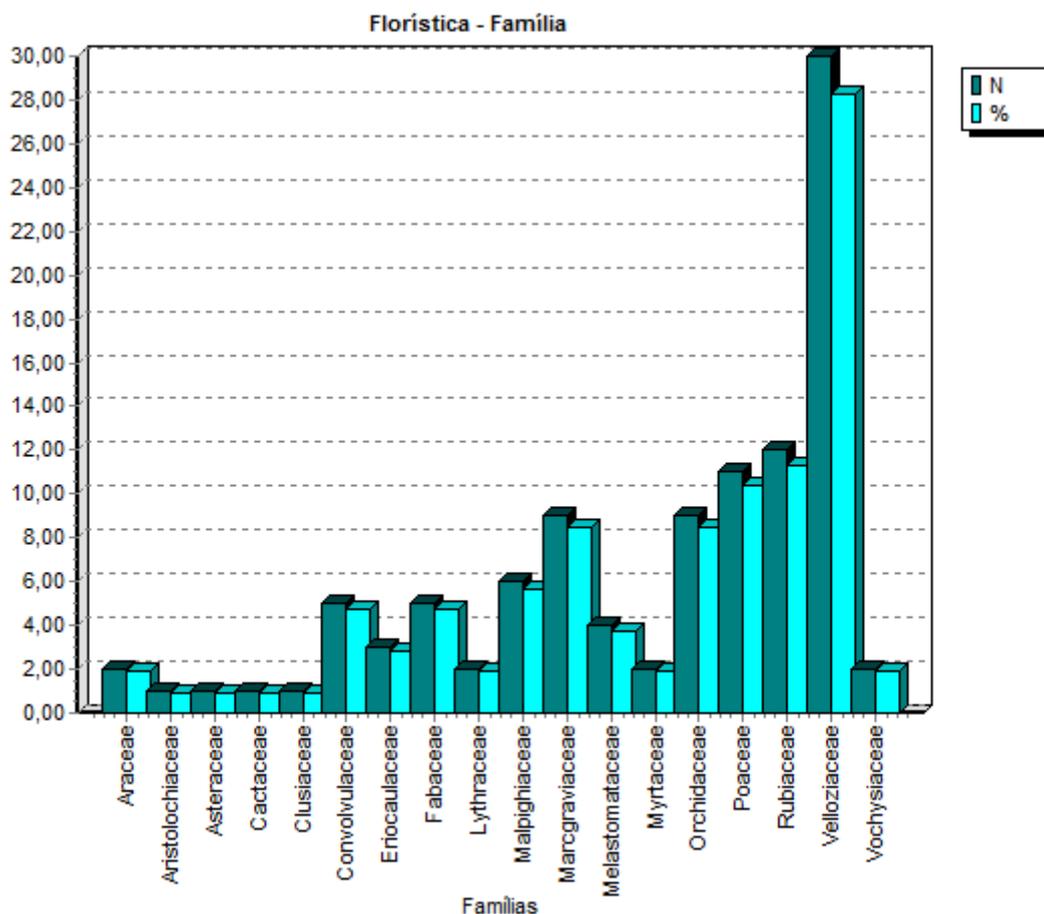


Figura 18: Famílias da composição florística da Área D, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

A composição florística da Área D apresentou um valor de diversidade de 2,51 nats/indivíduos, com 0,81 de equabilidade. Estes valores são semelhantes das outras fitofisionomias estudadas, onde o índice não passou de 3 nats/indivíduos, indicando uma baixa diversidade de espécies se comparado com os índices de floresta. Nunes (2009), encontrou um índice de diversidade de 3,03 nats/indivíduos e equabilidade de 0,77 resultados semelhantes à este estudo.

A distribuição espacial calculada para a área D apresentou cinco espécies agregadas na população, sendo *Vellozia glochidea*, *Perama carajensis*, *Panicum pilosum*, *Banisteriopsis malifolia* e *Eriocaulon* sp. Contudo, a maior parte das espécies apresentou distribuição uniforme no total 18 e nove espécies com tendência ao agrupamento (Figura 19).

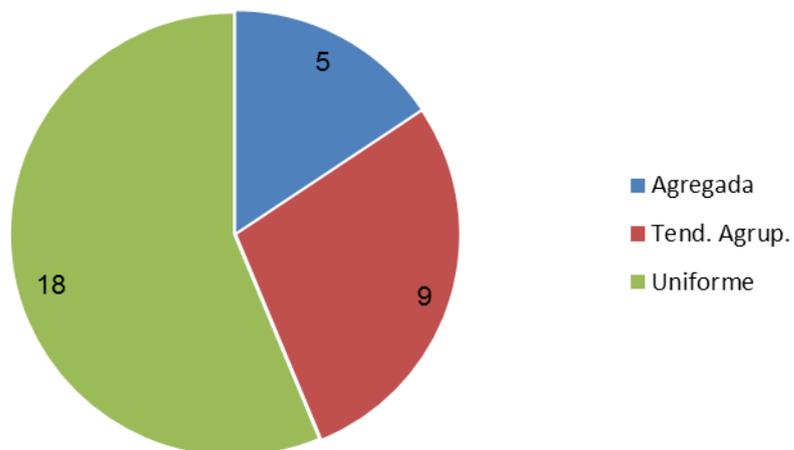


Figura 19: Estrutura espacial da comunidade do Capão Florestal Denso da bacia da lagoa do Amendoim, Área D, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

A espécie *Vellozia glochidea* é a mais abundante na Área D, apresentando o maior valor de cobertura e de importância na população, como mostra a Tabela 12. A extensão em cobertura dessa espécie na área é tão definida, que resultou na denominação do nome dado a esta fitofisionomia estudada por Schaefer *et al.* (2012).

Tabela 12: Composição da Estrutura Horizontal da Área D, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

Espécies e Famílias	DR	FR	DoR	VC (%)	VI (%)	PSR
<i>Vellozia glochidea</i>	4,89	13,21	63,64	34,27	27,25	4,91
<i>Norantea goyasensis</i>	1,5	9,43	15,67	8,59	8,87	1,52
<i>Perama carajensis</i>	16,72	7,55	0,04	8,38	8,1	16,92
<i>Sobralia liliastrum</i>	13,38	7,55	0,19	6,79	7,04	13,53
<i>Panicum pilosum</i>	8,36	3,77	0,01	4,19	4,05	8,46
<i>Banisteriopsis malifolia</i>	6,86	3,77	0,47	3,66	3,7	6,77
Poaceae	6,69	3,77	0,02	3,36	3,49	6,77
<i>Tibouchina spruceana</i>	3,51	3,77	1,52	2,52	2,93	3,55
<i>Ipomoea carajasensis</i>	3,34	3,77	0,01	1,68	2,38	3,38
<i>Eriocaulon</i> sp.	5,02	1,89	0	2,51	2,3	5,08
<i>Cereus hexagonus</i>	0,04	1,89	3,81	1,93	1,91	0
<i>Callisthene minor</i>	0,33	1,89	3,4	1,86	1,87	0
<i>Eugenia puniceifolia</i>	0,33	1,89	3,28	1,81	1,83	0,17
<i>Ipomoea marabaensis</i>	3,34	1,89	0,06	1,7	1,76	3,38
<i>Bauhinia pulchella</i>	3,34	1,89	0,05	1,7	1,76	3,38
<i>Galactia jussiaeana</i>	3,34	1,89	0	1,67	1,74	3,38
<i>Clusia alata</i>	0,04	1,89	2,68	1,36	1,54	0
<i>Tibouchina aspera</i>	0,17	1,89	2,01	1,09	1,35	0
<i>Paspalum</i> sp.	1,67	1,89	0,03	0,85	1,2	1,69
<i>Cuphea annulata</i>	1,67	1,89	0,02	0,85	1,19	1,69
<i>Philodendrum</i> sp.	1,67	1,89	0,02	0,85	1,19	1,69
<i>Lepidaploa paraensis</i>	1,67	1,89	0,01	0,84	1,19	1,69
Poaceae	1,67	1,89	0,01	0,84	1,19	1,69
<i>Anthurium gracile</i>	1,67	1,89	0,01	0,84	1,19	1,69
Convolvulaceae	1,67	1,89	0	0,84	1,19	1,69
<i>Aristolochia</i> sp.	1,67	1,89	0	0,84	1,19	1,69
<i>Crotalaria maypurensis</i>	1,67	1,89	0	0,84	1,19	1,69
<i>Cuphea</i> sp.	1,67	1,89	0	0,84	1,19	1,69
Rubiaceae	1,67	1,89	0	0,84	1,19	1,69
<i>Byrsonima spicata</i>	0,04	1,89	1,24	0,64	1,06	0
<i>Cordia latifolia</i>	0,17	1,89	1,03	0,6	1,03	0
<i>Catasetum discolor</i>	0,17	1,89	0,77	0,47	0,94	0,17
Total	100	100	100	100	100	100

A segunda espécie com maior valor de cobertura e importância foi a *Norantea goyasensis*, seguida de *Perama carajensis* e *Sobralia liliastrum*, conforme Figura 20 abaixo.

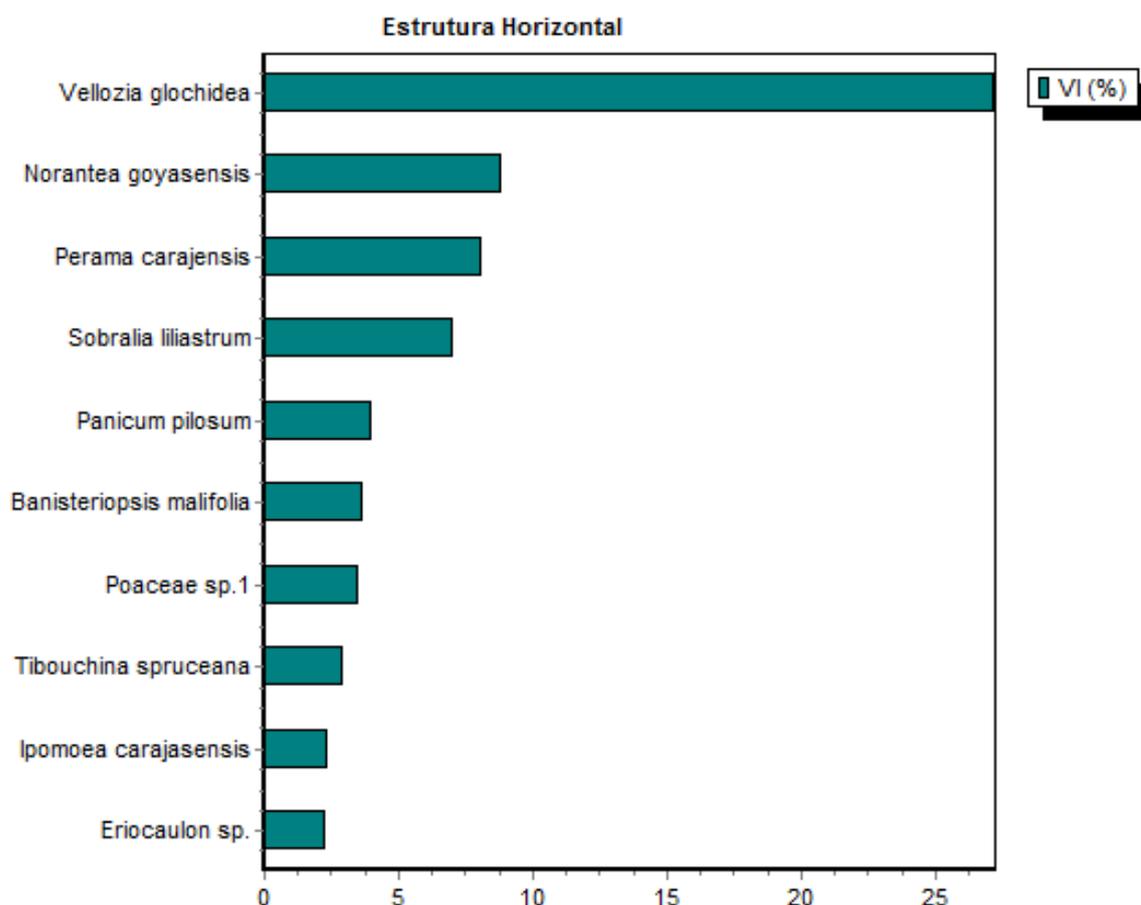


Figura 20: Valor de importância para as dez espécies de maior representatividade da Área D, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

A estrutura vertical da Área D demonstra que a cobertura vegetal da fitofisionomia Campo de Canga Ferrífera com *Vellozia* apresenta altura definida no estrato inferior (herbáceo) tendendo para o estrato mediano (arbustivo) entre os valores das classes de altura variando menor ou igual a 0,01 e menor que 1,37 m, Figura 21.

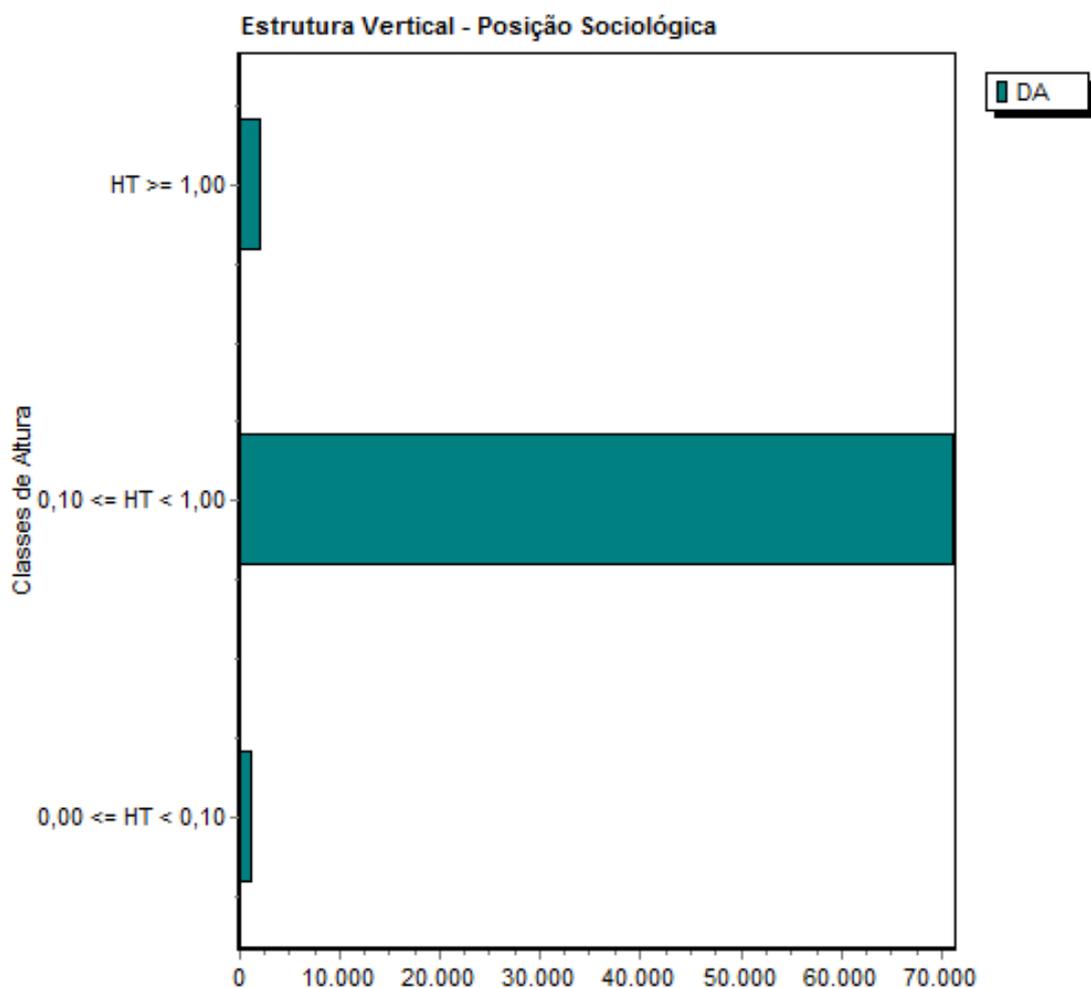


Figura 21: Posição sociológica da composição florística da Área D, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

Dados de similaridade entre os Campos de Canga Ferrífera com *Vellozia* das bacias de drenagem do Violão e Amendoim são apresentados a seguir.

Segundo Nunes (2009) o campo rupestre da bacia da Lagoa do Violão apresentou 44 espécies pertencentes a 38 gêneros e 25 famílias. As famílias mais abundantes foram Poaceae com 34%, Orchidaceae com 12%, Velloziaceae com 10%, Lythraceae com 8%, Fabaceae com 6% e Bromeliaceae com 5%. As espécies mais abundantes foram *Axonopus leptostachyus*, *Vellozia glochidea*, *Sobralia liliastrum* e *Andropogon leucostachyus* (CRV1; Figura 25). Secundariamente ocorrem *Cuphea tenella*, *Croton* sp., *Dyckia duckei*, *Cuphea annulata*, *Simarouba*

amara, *Ipomoea marabaensis*, *Periandra mediterranea* e *Tibouchina* sp. (CRV2; Figura 22).

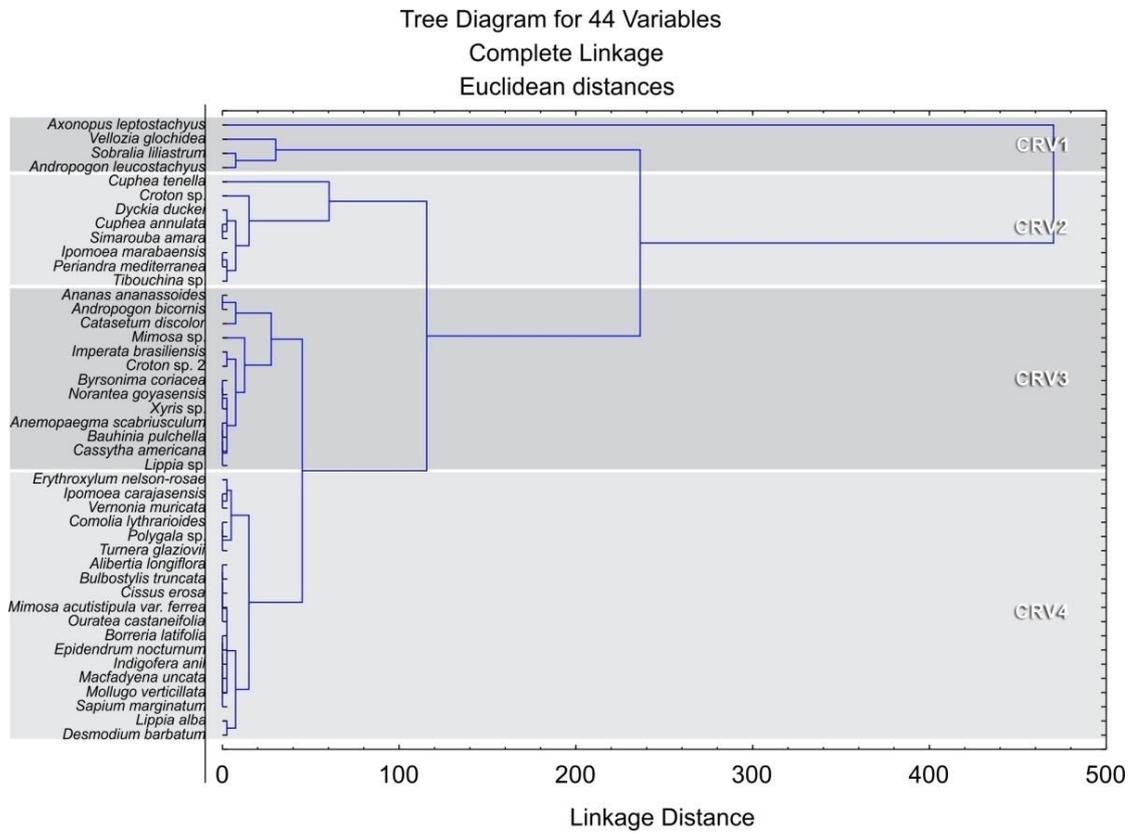


Figura 22: Grupos vegetais predominantes no Campo Rupestre da bacia da lagoa do Violão.

O campo rupestre da bacia da Lagoa do Amendoim apresentou 27 espécies distribuídas em 22 gêneros e 18 famílias. As famílias mais abundantes foram Velloziaceae e Rubiaceae com 15%, Orchidaceae com 11%, Marcgraviaceae com 10%, Poaceae e Malpighiaceae com 8%, e Fabaceae com 7%. As espécies predominantes foram *Vellozia glochidea* e *Perama carajensis* (CRA1; Figura 23). *Sobralia liliastrum* e *Norantea goyasensis*. Ocorrem secundariamente (CRA2; Figura 23).

As espécies comuns em ambas às bacias de drenagem foram *V. glochidea*, *S. liliastrum*, *N. goyasensis*, *I. marabaensis*, *I. carajasensis*, *B. pulchella* e *C. annulata*, representando 15% e 26% de similaridade entre as espécies identificadas nas bacias das lagoas do Violão e Amendoim.

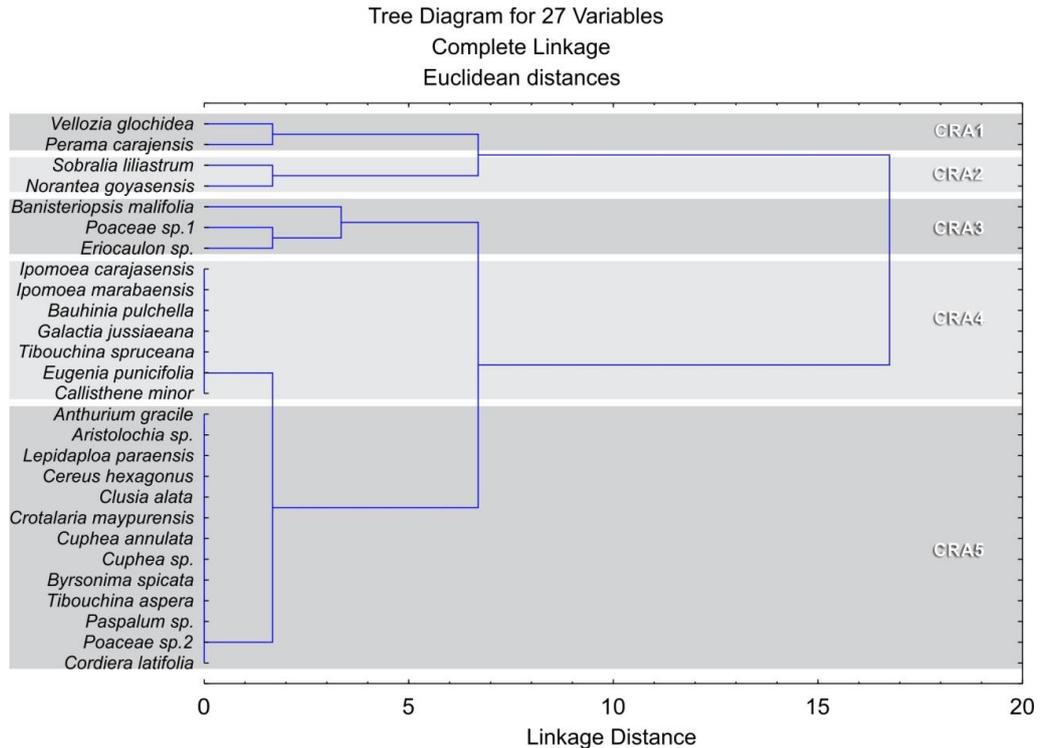


Figura 23: Grupos vegetais predominantes no Campo Rupestre da bacia da lagoa do Amendoim.

Byrsonima spicata, *Callisthene minor*, *Cereus hexagonus*, *Clusia alata*, *Erythroxylum nelson-rosae*, *Eugenia puniceifolia*, *Mimosa acutistipula* var. *ferrea*, *Norantea goyasensis*, *Ouratea castaneifolia*, *Sapium marginatum* e *S. amara* ocorrem tanto nos campos rupestres quanto nos capões florestais. Este conjunto de espécies representam cerca de 17% do total identificado nestas fitosionomias.

4.5 Encosta com campo de canga ferrífera arbustivo – Área E

Esta unidade representa a principal fitofisionomia das áreas de vegetação rupestre em Carajás, e seu estrato arbustivo (até arbóreo baixo) mostra notável homogeneidade de composição florística, mas com variações importantes de abundância e dominância (Figura 24). Em geral, os Plintossolos Pétricos, líticos ou concrecionários, de ocorrência geral neste geoambiente, mostram-se pouco mais profundos que aqueles encontrados nos Campos de *Vellozia*. A atividade de térmitas de solos mostra-se comparativamente semelhante aos Campos de *Vellozia*, porém

com alguns elementos arbóreos, principalmente sobre *Callisthene* e algumas Myrtaceae de maior porte. Há termiteiros formados por material mineral, hematítico. (Schaefer *et al.*, 2007; Schaefer *et al.*, 2012).



Figura 24: Aspecto da vegetação da Área E, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

4.5.1 Composição florística – Área E

A composição florística dessa fitofisionomia constituída por 25 espécies, 24 gêneros de 22 famílias, sendo registrado apenas o gênero *Tibouchina* com duas espécies, os demais com uma espécie. Dentre as famílias mais representativas em número de espécies estão Euphorbiaceae, Melastomataceae e Velloziaceae, com duas cada (Tabela 13). Mas, em número de indivíduos a Velloziaceae se mostra como a família mais dominante na população estudada, representando dispensável 22% do total das famílias registrada, sendo a *Vellozia glochidea* a espécie mais abundante e com maior valor de importância na área (Figuras 25 e 26).

Tabela 13: Florística das espécies amostradas no Campo de Canga Ferrífera Arbustivo, Área E, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

Famílias	Espécies	FV
Anacardiaceae	<i>Anacardium microcarpum</i> Ducke	1
Araceae	<i>Anthurium solitarium</i> Schott	3
Bignoniaceae	<i>Anemopaegma scabriusculum</i> Mart. ex DC.	2
Bromeliaceae	<i>Dyckia duckei</i> L.B. Sm.	3
Cactaceae	<i>Cereus hexagonus</i> (L.) Mill.	3
Convolvulaceae	<i>Ipomoea marabensis</i> D.F. Austin & Secco	3
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea</i> sp.	3
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum nelson-rosae</i> Plowman	2
Euphorbiaceae	<i>Croton tomentosus</i> Shecut	3
Euphorbiaceae	<i>Sapium marginatum</i> Müll. Arg.	3
Fabaceae	<i>Bauhinia pulchella</i> Benth.	2
Lythraceae	<i>Cuphea annulata</i> Koehne	3
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis</i> sp.	2
Malpighiaceae	<i>Byrsonima spicata</i> (Cav.) DC.	2
Melastomataceae	<i>Tibouchina aspera</i> Aubl.	2
Melastomataceae	<i>Tibouchina spruceana</i> Cogn.	2
Moraceae	<i>Ficus guianensis</i> Desv. ex Ham.	2
Myrtaceae	<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	1
Orchidaceae	<i>Sobralia liliastrum</i> Lindl.	3
Poaceae	<i>Panicum pilosum</i> Sw.	3
Rubiaceae	<i>Cordia latifolia</i> Benth.	2
Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	1
Velloziaceae	<i>Vellozia glochidea</i> Pohl	2
Verbenaceae	<i>Lippia organoides</i> Kunth	3
Vochysiaceae	<i>Callisthene minor</i> Mart.	1

Legenda: FV – Forma de vida; Árvore 1; Arbusto 2; Erva 3; Liana 4.

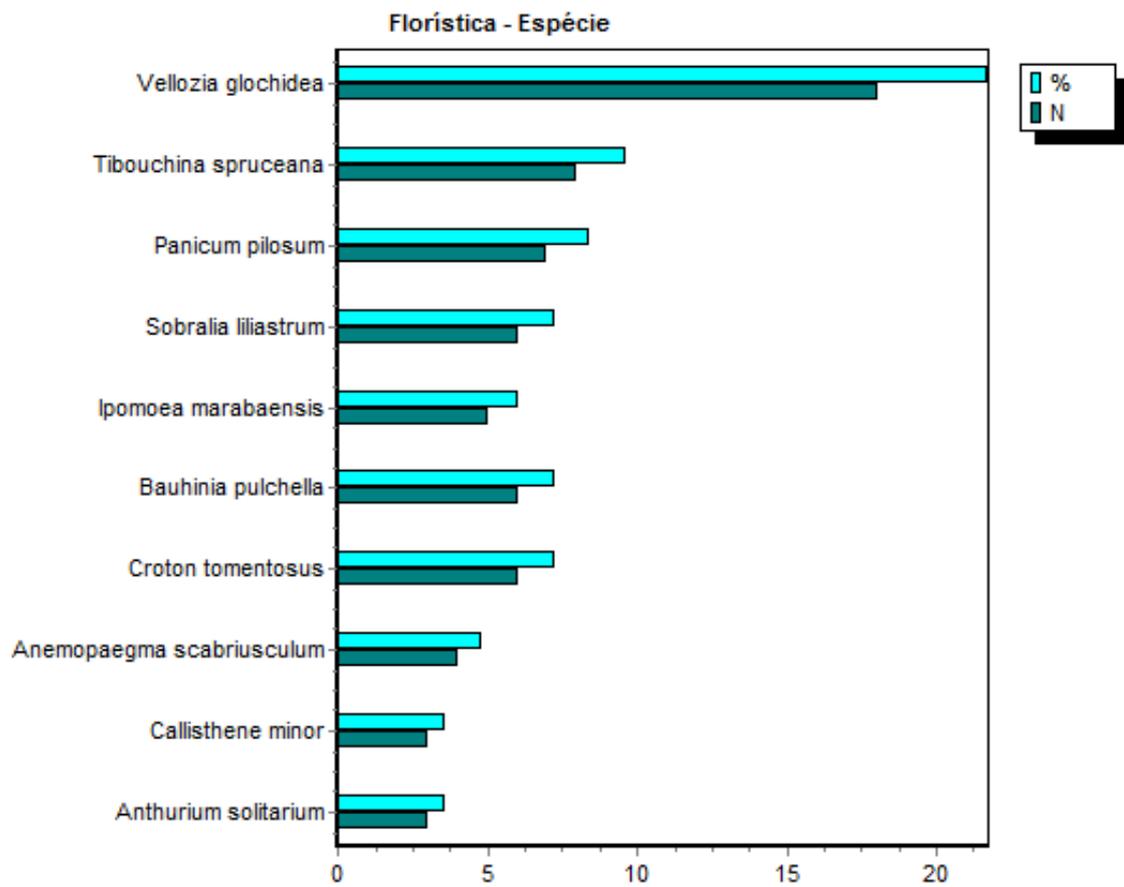


Figura 25: As dez espécies mais representativas na área E, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

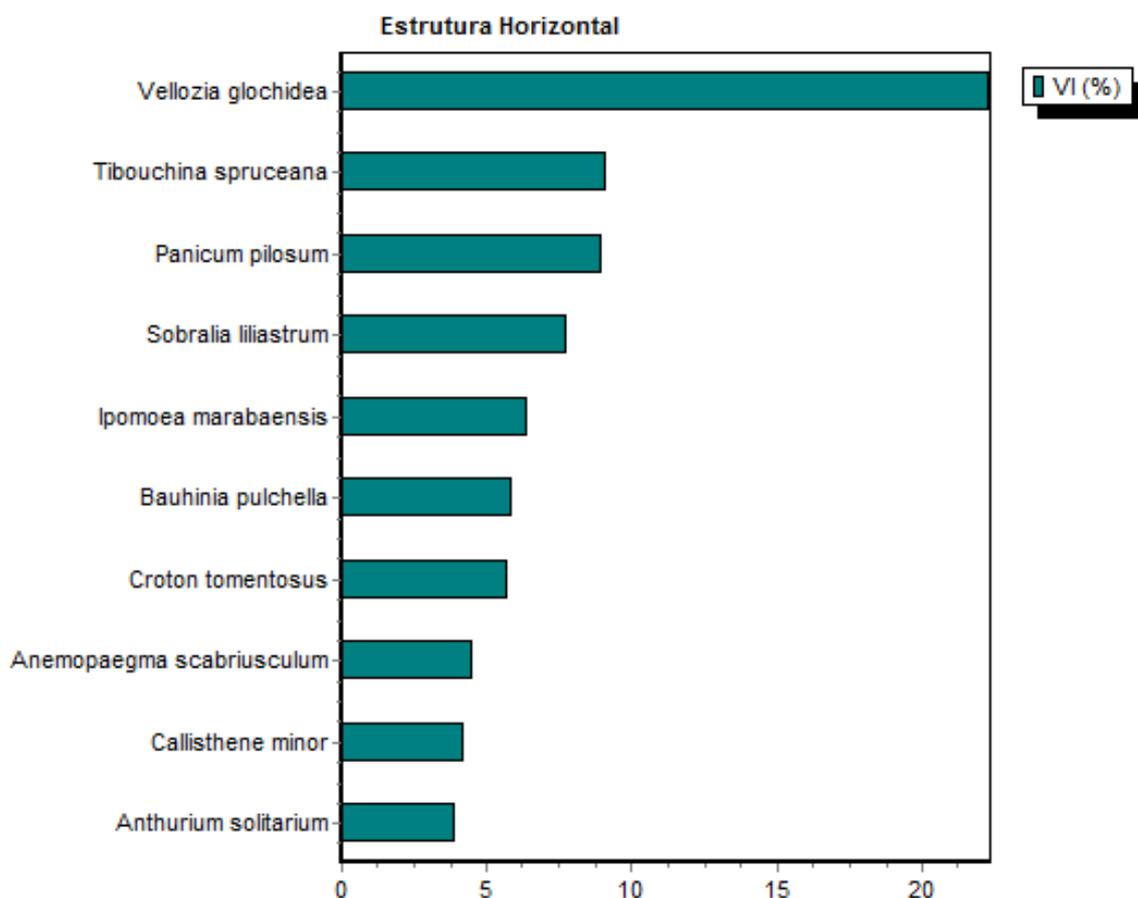


Figura 26: Valor de importância para as dez espécies de maior representatividade da Área E, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

Em termos de estrutura horizontal da população, pode-se afirmar que a fitofisionomia da área E é semelhante a Área D, principalmente pela dominância do gênero *Vellozia*. A fitofisionomia se diferencia apenas no porte vegetativo da população, onde na área E a presença de espécies arbustivas é mais frequente. *Tibouchina spruceana* se destaca em segundo maior valor de cobertura, o que indica a dominância do estrato arbustivo, com a presença marcante de espécies arbustivas/arbóreas como *Pouteria ramiflora* e *Anacardium microcarpum*, mas ambas com baixa representatividade, em torno de 1,5 % do total de espécies registradas (Tabela 14).

Tabela 14: Fitossociologia das espécies amostradas no Campo de Canga Ferrífera Arbustivo, Área E, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

Espécies	DR	FR	DoR	VC (%)	VI (%)	PSR
<i>Vellozia glochidea</i>	5,91	9,52	51,58	28,74	22,34	5,29
<i>Tibouchina spruceana</i>	5,51	7,94	13,9	9,7	9,11	5,24
<i>Panicum pilosum</i>	15,79	11,11	0,07	7,93	8,99	14,99
<i>Sobralia liliastrum</i>	13,54	9,52	0,2	6,87	7,75	14,74
<i>Ipomoea marabaensis</i>	11,28	7,94	0,08	5,68	6,43	12,28
<i>Bauhinia pulchella</i>	7,45	7,94	2,21	4,83	5,86	7,44
<i>Croton tomentosus</i>	11,51	4,76	0,9	6,2	5,72	10,1
<i>Anemopaegma scabriusculum</i>	4,96	4,76	3,79	4,38	4,5	4,96
<i>Callisthene minor</i>	2,35	4,76	5,61	3,98	4,24	2,47
<i>Anthurium solitarium</i>	6,77	4,76	0,14	3,45	3,89	7,37
<i>Lippia origanoides</i>	0,45	3,17	3,38	1,92	2,34	0,05
<i>Byrsonima spicata</i>	0,27	3,17	2,09	1,18	1,85	0,25
<i>Cereus hexagonus</i>	0,05	1,59	3,09	1,57	1,58	0
<i>Erythroxylum nelson-rosae</i>	0,23	1,59	2,47	1,35	1,43	0,02
<i>Tibouchina aspera</i>	0,05	1,59	2,62	1,33	1,42	0
<i>Dyckia duckei</i>	2,26	1,59	0,21	1,23	1,35	2,46
<i>Ficus guianensis</i>	0,05	1,59	2,39	1,22	1,34	0
<i>Cordia latifolia</i>	2,26	1,59	0,09	1,17	1,31	2,46
<i>Anacardium microcarpum</i>	0,05	1,59	2,28	1,16	1,31	0
<i>Sapium marginatum</i>	2,26	1,59	0,04	1,15	1,29	2,46
<i>Cuphea annulata</i>	2,26	1,59	0,01	1,13	1,28	2,46
<i>Banisteriopsis sp.</i>	2,26	1,59	0	1,13	1,28	2,46
<i>Dioscorea sp.</i>	2,26	1,59	0	1,13	1,28	2,46
<i>Pouteria ramiflora</i>	0,05	1,59	1,98	1,01	1,2	0
<i>Eugenia puniceifolia</i>	0,23	1,59	0,89	0,56	0,9	0,02
Total	100	100	100	100	100	100

A estrutura vertical demonstra claramente a dominância do estrato mediano (arbustivo), com altura dominante entre os valores das classes de altura maior que 1,89 m, Figura 27.

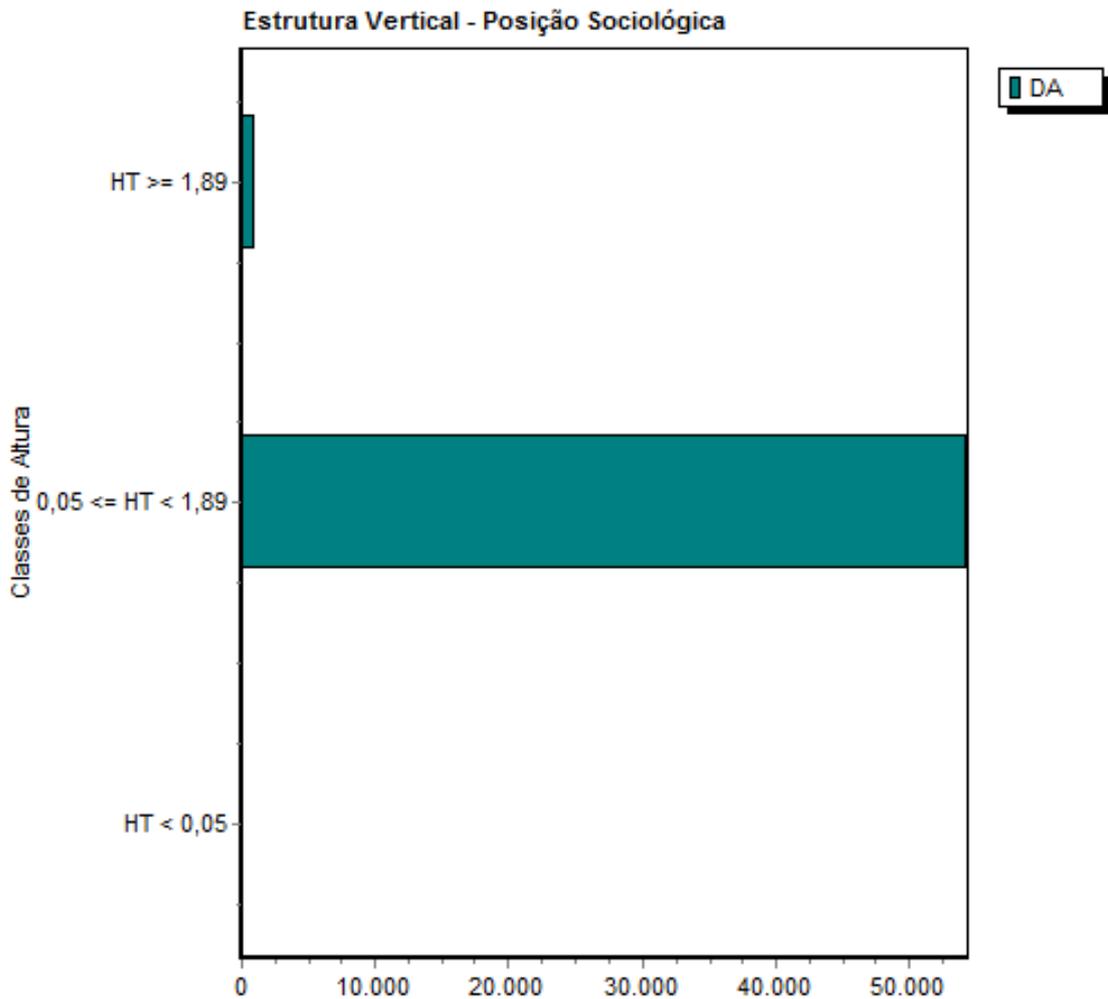


Figura 27: Posição sociológica da composição florística da Área E, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

O índice de diversidade de Shanno (H') para as espécies encontradas no campo de canga ferrífera arbustiva gerou um valor de 2,59 nats/ind. e equabilidade (J) 0,80, podendo ser considerada um diversidade moderada, como a diversidade de populações impactadas com intervenções antrópicas que estejam em processo de recuperação.

O cálculo para a obtenção do índice de agregação (IGA) demonstrou que nenhuma das espécies registradas apresentou distribuição espacial que se caracteriza como de agregação. Já três espécies, *Vellozia glochidea*, *Bauhinia*

pulchella e *Croton tomentosus* apresentaram tendência ao agrupamento, enquanto que 13 tiveram ocorrência aleatória e as demais, distribuição uniforme (Figura 28).

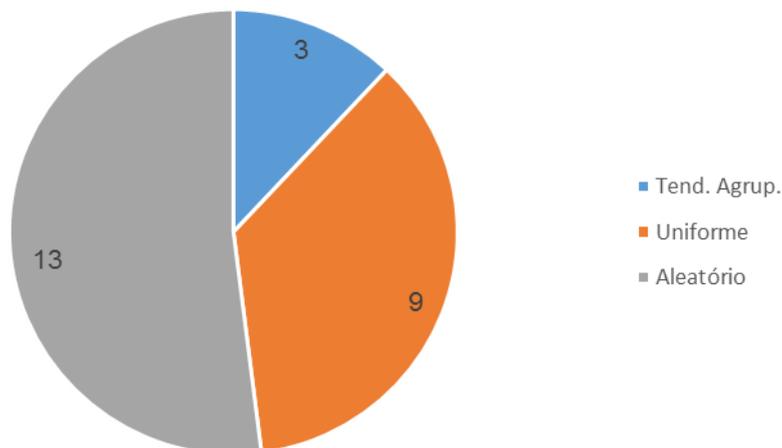


Figura 28: Estrutura espacial da comunidade do campo de canga ferrífera arbustivo, Área E, Serra Sul, FLONA de Carajás, Pará.

4.6 Registros recentes da flora vs estudos de paleoclimas em Carajás

As listagens florísticas publicadas na região de Carajás, apesar de extremamente importantes, trazem grande parte dos táxons não identificados até espécie (Silva *et al.*, 1996) e, em alguns casos, identificações duvidosas, o que ressalta que as coleções provenientes da região nos herbários necessitam de estudos mais detalhados (Mota *et al.*, 2015). Nos últimos anos, tem se intensificado as coletas botânicas nos ambientes de canga da FLONA de Carajás, a fim de subsidiar processos de licenciamento ambiental para a mineração. Com isso, surgiram listas atualizadas da flora rupestre de Carajás, com revisões de identificações por meio de especialistas e comparações de exsicatas depositadas nos herbários BHCB, MG e HCJS.

Aliado a estes esforços, alguns trabalhos paleobotânicos desenvolvidos nos ambientes de canga em Carajás (e.g. Absy *et al.*, 1991; e Hermanowski *et al.*, 2012) caracterizaram esta região como clima frio por registro em sedimentos de grãos de pólen de espécies como *Ilex* sp. e *Styrax* sp., respectivamente.

Durante os inventários florísticos deste estudo, registrou-se indivíduos classificados como indicadores de clima frio, sendo a espécie *Styrax pallidus*. Há também registro de indivíduos de *Ilex* sp. em áreas de floresta ombrófila e capão florestal denso sobre canga, tais registros foram constatados em inventários florestais da flora rupestre na canga, realizados por empresas de consultoria ambiental, conforme informações na Tabela 15. Vale destacar que na atualidade o clima da região de Carajás é quente e úmido, adverso ao que os autores acima caracterizaram Carajás no passado.

Tabela 15: Recentes registros de *Ilex* sp. na Floresta Nacional de Carajás, Serra Sul, Pará.

Espécie	Instituição	Coordenadas	Ano	Registro
		0575444		BHCB
<i>Ilex</i> sp.	Golder	9293487	2012	156088
		0569992		
<i>Ilex</i> sp.	IAVRD	9290629	2008	-
		0570961		
<i>Ilex</i> sp.	Ampla	9291537	2016	-
		0570895		
<i>Ilex</i> sp.	Ampla	9291610	2016	-

Dentre os três registros atuais, um indivíduo foi coletado e depositado no herbário BHCB, conforme Figura 29.



Figura 29: Exsicata de *Ilex* sp. coletada no interior da floresta, próximo a drenagem em 26 de janeiro de 2012, depositada no herbário BHCB sob o número 156088, FLONA de Carajás, Pará.

4.7 Espécies ameaçadas

Segundo a publicação do Livro vermelho da flora do Brasil, publicado pelo Centro Nacional de Conservação da Flora – CNCFlora em parceria com o Ministério do Meio Ambiente e Jardim Botânico do Rio de Janeiro em 2013, foram consideradas 3.698 táxons ameaçados de extinção, sendo que o estado do Pará está representado por 46 espécies ameaçadas. Destas, na Tabela 16 são apresentadas as espécies ameaçadas registradas na área de estudo com suas respectivas categorias.

Tabela 16: Relação das espécies ameaçadas de acordo com o Livro vermelho da flora do Brasil.

Espécie	Categoria	Distribuição	Bioma
<i>Erythroxylum nelson-rosae</i>	Em perigo	PA	Amazônia
<i>Ipomoea carajasensis</i>	Vulnerável	PA e MA	Amazônia e Cerrado

5 CONCLUSÃO

Os índices encontrados nos inventários florísticos demonstram uma comunidade de baixa diversidade, porém quando comparado a outro estudo realizado na Floresta Nacional de Carajás, em vegetação de Capão Florestal da Serra Sul (Nunes, 2009) apresentam 25% e 35% de similaridade entre as espécies identificadas nas bacias das lagoas do Violão e Amendoim, respectivamente. Para a fitofisionomia de Campo Rupestre, representou 15% e 26% de similaridade entre as espécies identificadas nas bacias das lagoas do Violão e Amendoim, respectivamente.

Os valores de diversidade florística apresentaram semelhanças entre as cinco fitofisionomias estudadas, onde o índice não passou de 3 nats/indivíduos para as áreas da bacia de drenagem da lagoa do Amendoim, que resultou em cinco áreas distintas; Buritizais sobre Solos Orgânicos (Área A); Campo Brejoso (Área B); Mata

alta (Capão Florestal denso) sobre Solo profundo de Canga Degradada (Área C); Encostas com Campo de Canga Ferrífera com *Vellozia* (Área D) e Encosta com campo de canga ferrífera arbustivo (Área E).

Os resultados apresentados foram satisfatórios ao fornecer informações sobre a flora atual para dar maiores precisões a trabalhos paleoclimáticos, principalmente nos desenvolvidos na região de Carajás, sudeste do Pará. Uma vez que foi evidenciado a ocorrência de espécies do gênero *Styrax* (e.g. *Styrax pallidus*), registrando 62% de dominância para a área B, Campo Brejoso. Visto que autores como, Absy *et al.* (1991) e Hermanowski *et al.* (2012) caracterizaram a região de Carajás em estudos paleoclimáticos como clima frio, por meio de amostras de sedimentos com presença de grãos de pólen de espécies de *Ilex* sp. e *Styrax* sp.

Espera-se que estas informações possam contribuir com medidas para a conservação do ecossistema de vegetação rupestre ferruginosa, aliada as áreas de exploração minerária, especialmente nos ambientes de bacia de drenagem da lagoa do Amendoim, sendo o primeiro estudo dessa natureza para a Floresta Nacional de Carajás.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A.N. Geomorfologia da região. In: Almeida Jr. (Org.). **Carajás: desafio político, ecologia e desenvolvimento**. São Paulo: Brasiliense; Brasília: CNPq., 1986. p. 88 - 124.
- ABSY, M. L., et al. Mise en evidence de quatre phases d'ouverture de la foret dense dans le sud-est de l'Amazonie au cours des 60 000 dernieres annees. Premiere comparaison avec d'autres regions tropi- cales. *Comptes Rendues Academie des Sciences* 313, p. 673-678, 1991.
- ALMEDA, F. ; MICHELANGELI, F.A.; VIANA, P. L. *Brasilianthus* (Melastomataceae), a new monotypic genus endemic to ironstone outcrops in the Brazilian Amazon. *Phytotaxa* (Online), v. 273, p. 269-282, 2016.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, p.711-728, 2013.
- ARAÚJO, A. O.; CHAUTEMS, A. A new species of *Sinningia* (Gesneriaceae) and additional floristic data from Serra dos Carajás, Pará, Brazil. *Phytotaxa: a rapid international journal for accelerating the publication of botanical taxonomy*, v. 227, p. 158 -166, 2015.
- AUSTIN, D. F. Novidades nas Convolvulaceae da flora amazônica. *Acta Amazonica* 11(2): 291-295, 1981.
- BARROSO, G. M.; KING, R. M. New taxa of Compositae (Eupatorieae) from Brazil. *Brittonia*, 23(2): 118-121, 1971.
- BROWER, J. E.; ZARR, J. H. **Field & Laboratory Methods for General Ecology**. 2 ed. Iowa: W. C. Brown Company. 1984. 226p.
- BROWER, J. E.; ZARR, J. H.; Von ENDE, C. N. **Field and laboratory methods for general ecology**. 3 ed. New York: W. M. C. Brow Publisher. 1990.
- BURMAN, A. G.; BASTOS, M. N. C. A new species of *Thrasya* H.B.K. (Gramineae) from Brazil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Botânica* 4(2): 235-341, 1988.
- BURN, M. J.; MAYLE, F. E.; KILLEEN, T. J., Pollen-based differentiation of Amazonian rainforest communities and implications for lowland palaeoecology in tropical South America. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. v. 295, n. 1-2, p. 1-18, 2010.

- BUSH, M. B. et al. Amazonian paleoecological histories: one hill, 3 watersheds. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. v. 214, n. 4, p. 359-393. 2004.
- CABRAL, E. L.; MIGUEL, L. M.; VIANA, P. L.. Two New Species of *Borreria* (Rubiaceae) from Brazil, with new Distributional Records for Pará State and a Key to the Species with Transversely Sulcate Seeds. **Annales Botanici Fennici**. v. 49, n. 3, p. 209-215. 2012.
- CARDOSO, A. L. R.; ILKIU-BORGES, A. L.; RODRIGUES, T. M.. A new species of *Uleiorchis* (Gastrodieae, Orchidaceae) from the Brazilian Amazon. **Phytotaxa** (Online), v. 205, n. 2, p. 117, 2015.
- CHENG, H. et al. Climate change patterns in Amazonia and biodiversity. **Nature Communications** 4, p. 1411. <http://dx.doi.org/10.1038/ncomms2415>. 2013.
- CIENTEC. **Software Mata Nativa 4**: Sistema para Análise Fitossociológica, Elaboração de Inventários e Planos de Manejo de Florestas Nativas. Viçosa - MG: Cientec, 2016. Disponível em: <www.matanativa.com.br> Acesso em: 16 fevereiro 2016.
- COLINVAUX, P. A., De OLIVEIRA, P. E., Palaeoecology and climate of the Amazon basin during the last glacial cycle. **Journal of Quaternary Science** v. 15, n. 4, p. 347-356, 2000.
- COLINVAUX, P. A., De OLIVEIRA, P. E. Amazon plant diversity and climate through the Cenozoic. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology** v.166, n. 1-2, p. 51-63, 2001.
- CORDEIRO, R. C. et al. Biogeochemical indicators of environmental changes from 50 ka to 10 ka in a humid region of the Brazilian Amazon. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 299, n. 3-4, p. 426 e 436, 2011.
- CORDEIRO, R.C. et al. Acumulação de carbono em lagos amazônicos como indicador de eventos paleoclimáticos e antrópicos. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 1, p. 130 e 154, 2008.
- DITTRICH, V. A. O.; SALINO, A.; ALMEIDA, T. E. Two New Species of the Fern Genus *Blechnum* with Partially Anastomosing Veins from Northern Brazil. **Systematic Botany**, v. 37, N. 1, p. 38-42, 2012.

- GIULIETTI, A. M.; et al. *Caracterização e endemismos nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço* In: CAVALCANTI, T. B.; WALTER, B. M. T. **Tópicos atuais em botânica**. Brasília: EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia, Sociedade Botânica do Brasil, 2000. p. 311-318.
- GIULIETTI, A. M.; PIRANI, J. R.; HARLEY, R. M. Espinhaço range region, eastern Brazil. In: DAVIS, S. D. et al. **Centres of plant diversity: a guide and strategy for their conservation**, v.3. Cambridge: WWF/IUCN, 1997. p. 397-404.
- GONÇALVES, E. G.; ARRUDA, A. J. *Philodendron carajasense* sp. nov. (Araceae), a rheophyte from Carajás Mountain Range, northern Brasil. **Nordic Journal of Botany**, v. 32, n. 5, p. 536-539, 2013.
- GOSLING, W. D. et al. A simple and effective methodology for sampling modern pollen rain in tropical environments. **The Holocene**, v. 13, n. 4, p. 613 e 618, 2003
- GOSLING, W. D. et al. Modern pollen-rain characteristics of tall terra firme moist evergreen forest, southern Amazonia. **Quaternary Research**, v. 64, p. 284 e 297. 2005.
- GUIMARÃES, J. T. F. et al. Source and distribution of pollen and spores in surface sediments of a plateau lake in southeastern Amazonia. **Quaternary International**, v. 352, p.181-196, 2014.
- HAFFER, J. Speciation in Amazonian forest birds. **Science**, v. 165, n.3889, p. 131 – 137, 1969.
- HAFFER, J., PRANCE, G. T. Climatic forcing of evolution in Amazonia during the Cenozoic: on the refuge theory of biotic differentiation. **Amazoniana**, v. 16, n. 3, p. 579 – 608, 2001.
- HERMANOWSKI, B. et al. Paleoenvironmental dynamics and underlying climatic changes in southeast Amazonia (Serra Sul dos Carajas, Brazil) during the late Pleistocene and Holocene. **Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology**, v. 365 - 366, p. 227 – 246, 2012.
- HOOGHIEMSTRA, H., VAN DER HAMMEN, T. Neogene and Quaternary development of the neotropical rain forest: the forest refugia hypothesis, and a literature overview. **Earth-Science Reviews**, v. 44, n.3 - 4, p.147 – 183, 1998.

- JONES, H. T. et al. Characterisation of Bolivian savanna ecosystems by their modern pollen rain and implications for fossil pollen record. **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 164, n. 3 - 4, p. 223 – 237, 2011.
- KRAL, R. The genus *Xyris* (Xyridaceae) in Venezuela and contiguous Northern South America. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, 75(2): 522-722, 1988.
- KRAL, R.; STRONG, M. T. Eight novelties in *Albildgaardia* and *Bulbostylis* (Cyperaceae) from South America. **Sida**, 18(3): 837-859, 1999.
- LAMPRECHT, H. Ensayo sobre unos métodos para el análisis estructural de los bosques tropicales. **Acta Científica Venezolana**, v. 13, n. 2, p. 57 – 65, 1962.
- LEITMAN, P. et al. **Arecaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2014. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB26580>>. Acesso em: 17 Out. 2015.
- MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton: Princeton University Press. 1988. 177 p.
- MAYLE, F. E., BURBRIDGE, R., KILLEEN, T. J. Millennial-scale dynamics of southern Amazonian rain forests. **Science**, v. 290, n. 5500, p. 2291 – 2294, 2000.
- McGUINNES, W. G. The relationship between frequency index and abundance as applied to plant populations in a semi-arid region. **Ecology**, v.15, N. 3, p.263-282. 1934.
- MIRANDA, I. P. A.; RABELO, A. **Guia de identificação das palmeiras de Porto Trombetas-PA**. 1. ed. Manaus: EDUA/INPA, . 2008. 365p.
- MORAES, B. C., et al.. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. **Acta Amazonica**, v, 35, n. 2, p. 207 - 214, 2005.
- MORELLATO, L. P. C.; ROSA, N. R. Caracterização de alguns tipos de vegetação na região amazônica, Serra dos Carajás, Pará, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, 14:1-14, 1991.
- MORMUL, R. P. et al. Space and seasonality effects on the aquatic macrophyte community of temporary Neotropical upland lakes. **Aquatic Botany**, v. 126, p. 54 - 59, 2015.
- MOTA, N. F. O. et al. Vegetação sobre sistemas ferruginosos da Serra dos Carajás. In: CARMO, F. F.; KAMINO, L. H. Y. (Org.). **Geossistemas Ferruginosos do Brasil**. 1ed. Belo Horizonte: 3i Editora, v. 1, 2015. p. 289-315.

- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley and Sons. 1974. 547p
- NUNES, C. S.; GIL, A. S. B.; TREVISAN, R.. *Eleocharis pedroviana*, a new species of Cyperaceae from Northern Brazil (Serra dos Carajás, Pará State). **Phytotaxa** (Online), v. 265, n. 1, p. 85-91. 2016
- NUNES, J. A., Florística, **Estrutura e Relações Solo-Vegetação em Gradiente Fitofisionômico Sobre Canga, na Serra Sul, Flona de Carajás e Pará**. Master dissertation in Botanic. Universidade Federal de Viçosa - Programa de Pós-Graduação em Botânica, Minas Gerais e Brasil, 2009. 101 p.
- NUNES, J. A. et al. Soil-vegetation relationships on a banded ironstone 'island', Carajás Plateau, Brazilian Eastern Amazonia. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 87, n. 4, p. 2097-2110, 2015
- PEREIRA, J. B. et al. Two New Species of *Isoetes* (Isoetaceae) from northern Brazil. **Phytotaxa** (Online), v. 272, p. 141-148. 2016.
- PIELOU, E. C. **Ecological diversity**. New York: John Wiley and Sons. 1975. 165p.
- RADAMBRASIL. **Levantamento de recursos naturais**. Folha SB.22 Araguaia e parte da folha SC.22 Tocantins. Rio de Janeiro, v.4, 1974.
- RAYOL, B. P. **Análise Florística e Estrutural da Vegetação Xerófila das Savanas Metalófilas na Floresta Nacional de Carajás: Subsídios à Conservação**. Tese de dissertação. Univ. Rural da Amazônia. 2006. 74p.
- RIBEIRO, J. E. et al. **Flora da Reserva Ducke: Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra firme na Amazônia Central**. Manaus: INPA. 1999. 799p.
- RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. S. B.; FIGUEIREDO, M. A.. **Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico: Ecossistema Caatinga**. São Paulo: Sociedade de Botânica do Brasil. 1992. 24p..
- SAHOO, P. K. et al. Influence of Seasonal Variation on Hydro-biogeochemical Characteristics of Two Upland Lakes of the southeastern Amazon, Brazil. **An. Acad. Bras. Cienc.** (Accepted). 2016.
- SALAS, R. M. et al 2015. *Carajasia* (Rubiaceae), a new and endangered genus from Carajás mountain range, Pará, Brazil. **Phytotaxa** (Online), v. 206, p. 14-29.

- SALAZAR, E. A. A Botânica e o Licenciamento Ambiental: uma perspectiva da iniciativa privada. In: **Congresso Nacional de Botânica**, 57. 2006, Gramado.. Os avanços da Botânica no início do século XXI. Porto Alegre: Sociedade Botânica do Brasil, p. 1-752.
- SALINO, A.; De SOUZA, M. G. M.; ARRUDA, A. J. *Thelypteris indusiata* (Thelypteridaceae), a new fern species from Amazonian Brazil. **Phytotaxa** (Online), v. 156, p. 279 - 284, 2014.
- SALOMÃO, R. de P.; SILVA, M. F. F.; ROSA, N. A. Inventário ecológico em floresta pluvial tropical de terra firme, Serra Norte, Carajás, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Série Botânica. Belém, 4 (1): 1-46, 1988.
- SCHAEFER, C. et al. Relações Solo-Vegetação em Alguns Ambientes Brasileiros: Fatores Edáficos e Florística. In: MARTINS, S. V., ed. (Org.). **Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV. 2012. p. 252-293.
- SCHAEFER, C. E. G. R. et al. **Geodiversidade dos Ambientes de Canga na Região de Carajás – Pará**. Relatório técnico Vale do Rio Doce. 2008. 75p.
- SCHAEFER, C. E. G. R. et al. **Estudos de “similaridade” das paisagens de Campos Rupestres sobre Canga (“Savana Metalófila”) da Região de Carajás – PA**. Parte 1. Solos, geomorfologia e geoambientes da Serra Sul: a similaridade geoambiental entre os blocos. [s.l.:s.n.]. 2007.
- SECCO, R. S. Flora da Reserva Ducke, Amazonas, Brasil: Euphorbiaceae – Parte I. **Rodriguésia**, v. 56, n. 86, p.143-168. 2005.
- SECCO, R. S.; MESQUITA, A. L. Nota Sobre a Vegetação de Canga da Serra Norte. I. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**, Nova Sér. Bot., n. 59, p. 1-13. il. 1983.
- SECCO, R. S.; LOBO, M. G .A.. Considerações taxonômicas e ecológicas sobre a flora dos “campos rupestres” da Serra dos Carajás. **Bol. FBCN**, Rio de Janeiro. V. 3, n. 23, p. 30 – 44, 1998.
- SIFEDDINE, A. et al. 2001. Variations of the Amazonian rainforest environment: a sedimentological record covering 30,000 years. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v.168, n. 3 - 4, p. 221 - 235.
- SILVA, M. F. F.; ROSA, N. A. Análise do estrato arbóreo da vegetação sobre jazida de cobre na Serra dos Carajás-PA. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**, Série Botânica v. 5, n. 2, p. 175-206. 1989.

- SILVA, M. F. F.; ROSA, N. A. Estudos Botânicos na área do Projeto Ferro Carajás, Serra Norte I - Aspectos Ecológicos e Vegetacionais dos Campos Rupestres. In: Congresso Nacional de Botânica, 35, 1990,. Anais [sl.: s.n.], 1990, p. 367-378.
- SILVA, M. F. F; SECCO, R. S.; LOBO, M. G. A. Aspectos Ecológicos da Vegetação Rupestre da Serra dos Carajás (PA). **Acta Amazônica**, v. 26, n. ½, p.17-44. 1996.
- SILVA, M. F. F. et al. **Estudos Botânicos: histórico, atualidade e perspectivas.** In: **CARAJÁS: desafio político, ecologia e desenvolvimento.** São Paulo: Brasiliense; Brasília: CNPq. 1986. p. 184-207.
- SILVEIRA, M.; ARAÚJO NETO, M. D. de. Licenciamento ambiental de grandes empreendimentos: conexão possível entre saúde e meio ambiente. **Ciência e Saúde Coletiva** (Impresso), v. 19, p. 3829-3838. 2014
- SOBRADO, S. V.; CABRAL, E. L. Intraspecific variation of insertion/length of stamens in homostylous flowers of a new species and three other species of *Borreria*: An unusual case in Rubiaceae. **Phytotaxa** (Online), v. 206, p. 53-73, 2015.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica Sistemática guia ilustrado para identificação das Famílias de Angiospermas da flora Brasileira, baseado em APG II.** Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2008. 704 p.
- STCP, Engenharia de Projetos Ltda. **Sumário Executivo do Plano de Manejo para Uso Múltiplo da Floresta Nacional de Carajás.** 2003. 71p.