

**Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Instituto
Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade- PIBIC/ICMBio
ICMBIO CARAJÁS**



Relatório de Acompanhamento

(Ciclo 2022-2023)

**GERAÇÃO DE RENDA E VALORAÇÃO DOS CAMPOS
RUPESTRES FERRUGINOSOS: DESTINAÇÃO SUSTENTÁVEL
DE ESPÉCIES ORNAMENTAIS NATIVAS IMPACTADAS PELA
MINERAÇÃO NA FLORESTA NACIONAL DE CARAJÁS
SUDESTE DA AMAZÔNIA**

Nome do(a) estudante de IC: Lígia Haira Duarte de Almeida

Orientador(a): Paulo Jardel Braz Faiad

Coorientador(a): Wendelo Silva Costa

Instituição do coorientador: Universidade Federal de Viçosa

Parauapebas

Setembro/2023

RESUMO

Na Floresta Nacional (FLONA) de Carajás a valoração dos recursos naturais dos campos rupestres ferruginosos (CRFs) nos procedimentos de licenciamento ambiental ainda é muito incipiente, pois os cálculos indenizatórios se concentram principalmente em atributos madeireiros. Faltam informações para que o valor pago nos procedimentos indenizatórios pela degradação dos ecossistemas seja mais justo. Neste sentido, o objetivo foi valorar economicamente seis espécies dos CRFs com valores consolidados nacionalmente *Catasetum discolor* Lind., *Cyrtopodium andersonii* (Lamb. ex Andrews), *Epidendrum nocturnum* Jacq., *Mandevilla scabra* (Hoffmanns. ex Roem. e Schult.) K.Schum., *Norantea guianensis* Aubl., *Sobralia liliastrum* Lindl., para subsidiar informações técnicas para os procedimentos de licenciamento ambiental da unidade de conservação (UC). Aplicou-se o método de valoração de contingente, utilizando disposição a pagar (DAP) pela preservação das espécies e disposição a receber (DAR) pela indenização. A avaliação da estrutura populacional de *S. liliastrum* e *C. discolor* ocorreu em dois geoambientes (campo rupestre aberto [CRAB] e campo rupestre arbustivo [CRAR]) dos CRFs da FLONA de Carajás. Em ambos os geoambientes avaliados e para cada população foram alocados de forma randomizada 30 parcelas de 1×1, totalizando 120 parcelas amostrais. Para os indivíduos de *C. discolor* e *S. liliastrum* foi medido a altura do ramo principal, cobertura do agrupamento, número de indivíduos e quantidade de indivíduos por agrupamento populacional. A preferência dos entrevistados em relação a DAP foi maior para *S. liliastrum* (R\$ 252,32). Já para DAR a espécie com maior valor compensatório foi *N. guianensis* (R\$ 277,32). Com exceção da cobertura que foi maior no CRAB em relação CRAR, todas os demais parâmetros populacionais avaliados para de *C. discolor* não variam entre os geoambientes. Para *S. liliastrum*, no entanto, os valores de cobertura e de número indivíduos por agrupamento foi maior no CRAR em relação ao CRAB. A altura e o número de agrupamentos não diferiram entre os geoambientes para *S. liliastrum*. Estratégias ecofisiológicas de *C. discolor* relacionadas a eficiência hídrica e resistência a radiação solar direta permite uma maior distribuição dessa espécie nas formações mais abertas de campos rupestre ferruginosos. Processos de facilitação ecológica decorrentes da vegetação arbustiva promovem uma maior distribuição populacional de *S. liliastrum*. Embora não tenha sido observado diferenças estatísticas significativas entre DAP e DAR, os resultados demonstram a receptividade da comunidade sobre as plantas ornamentais. O estudo gerou informações monetárias e ecológicas pertinentes para inclusão dos dados das espécies na metodologia de valoração econômica de bens não madeireiros, e, conseqüentemente, aumentar o valor pago nos futuros cálculos indenizatórios pela degradação dos CRFs da FLONA de Carajás.

Palavras-chave: valoração ambiental, estrutura populacional, orquídeas rupícolas, potencial ornamental.

ABSTRACT

In the Carajás National Forest (FLONA), the valuation of natural resources in the ironstone outcrop fields (CRFs) in environmental licensing procedures is still very incipient, as indemnity calculations primarily focus on timber attributes. There is a lack of information to make the compensation paid in degradation procedures of ecosystems more equitable. In this regard, the objective was to economically value six CRF species with nationally consolidated values: *Catasetum discolor* Lind, *Cyrtopodium andersonii* (Lamb. ex Andrews), *Epidendrum nocturnum* Jacq, *Mandevilla scabra* (Hoffmanns. ex Roem. e Schult.) K.Schum, *Norantea guianensis* Aubl., *Sobralia liliastrum* Lindl., to provide technical information for the environmental licensing procedures of the conservation unit (UC). The contingent valuation method was applied, using willingness to pay (DAP) for the preservation of the species and willingness to accept (DAR) for compensation. The assessment of the population structure of *S. liliastrum* and *C. discolor* occurred in two geo-environments (open rocky outcrop field [CRAB] and shrubby rocky outcrop field [CRAR]) of the CRFs in FLONA de Carajás. In both evaluated geo-environments, 30 random 1×1 plots were allocated for each population, totaling 120 sample plots. For *C. discolor* and *S. liliastrum* individuals, the main stem height, group coverage, number of individuals, and quantity of individuals per population group were measured. Respondents showed a higher preference for DAP for *S. liliastrum* (R\$ 252,32). On the other hand, for DAR the species with the highest compensatory value was *N. guianensis* (R\$ 277,32). Except for coverage, which was higher in CRAB compared to CRAR, all other evaluated population parameters for *C. discolor* did not vary between geo-environments. However, for *S. liliastrum*, group coverage and the number of individuals per group were higher in CRAR compared to CRAB. Height and the number of groups did not differ between the geo-environments for *S. liliastrum*. Eco-physiological strategies of *C. discolor* related to water efficiency and resistance to direct solar radiation allow for a broader distribution of this species in more open ironstone outcrop field formations. Ecological facilitation processes resulting from shrubby vegetation promote a greater population distribution of *S. liliastrum*. Although no statistically significant differences were observed between DAP and DAR, the results demonstrate the community's receptiveness to ornamental plants. The study generated relevant monetary and ecological information for the inclusion of species data in the economic valuation methodology of non-timber forest products, and consequently, to increase the compensation paid in future degradation calculations of the CRFs in FLONA de Carajás.

Keywords: environmental valuation, population structure, rock orchids, ornamental potential.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Localização dos platôs de N1 na Serra Norte da Floresta Nacional de Carajás, Parauapebas, Pará.	12
Figura 2 – Geoambientes dos Campos rupestres ferruginosos. (A) Campo Rupestre Aberto; (B) Campo Rupestre Arbustivo.	13
Figura 3- Espécies nativas dos Campos rupestres ferruginosos da Floresta Nacional de Carajás, Estado do Pará. (A) <i>Catasetum discolor</i> ; (B) <i>Cyrtopodium andersonii</i> ; (C) <i>Epidendrum nocturnum</i> ; (D) <i>Mandevilla scabra</i> ; (E) <i>Norantea guianensis</i> ; (F) <i>Sobralia liliastrum</i>	14
Figura 4 - Levantamento de aspectos ecológicos in situ de <i>Catasetum discolor</i> e <i>Sobralia liliastrum</i> . (A) Busca pelas populações das espécies de interesse; (C) Estabelecimento das parcelas aleatórias; (C-D) Registros de variáveis como altura, número de agrupamentos e indivíduos.	18
Figura 5- Processo de individualização das plantas; A) Seleção dos indivíduos de acordo com a altura estabelecida; B) Poda das raízes para separação dos indivíduos da touceira.	19
Figura 6 - Realização dos cuidados e registros das variáveis semanais. (A) Rega das plantas; (B) Registro da quantidade de folhas; (C) Registro de altura; (D) Análise do teor de clorofila.	20
Figura 7- Gênero e faixa etária de diferentes grupos sociais entrevistados: Florindo o mundo, COEX e comunidade no geral.	21
Figura 8 - Tempo de moradia dos entrevistados no município de Parauapebas Pará. ...	22
Figura 9 - Renda familiar mensal, quantidade de pessoas nos lares e quantidade de anos trabalhados dos entrevistados.	23
Figura 10 - Variação entre disposição a pagar (DAP) e disposição a receber (DAP) pelas espécies ornamentais dos campos rupestres ferruginosos da Flona de Carajás.	25
Figura 11 - Variação entre disposição a pagar – DAP (A) e disposição a receber – DAR (B) pelas espécies ornamentais dos campos rupestres ferruginosos da Flona de Carajás. CA – <i>Cyrtopodium andersonii</i> ; CD- <i>Catasetum discolor</i> ; EN - <i>Epidendrum nocturnum</i> ; MS – <i>Mandevilla Scabra</i> ; NG – <i>Norantea guianensis</i> ; SL – <i>Sobralia liliastrum</i>	26
Figura 12- Variação entre disposição a pagar (DAP) e disposição a receber (DAR) pelas espécies ornamentais dos campos rupestres ferruginosos da Flona de Carajás entre	

diferentes grupos sociais da cidade de Parauapebas, Pará. COEX – Cooperativa de Extrativista; FLORINDO – Projeto Florindo o Mundo; GERAL - Público geral.....	26
Figura 13- Influência dos fatores socioeconômico dos entrevistados, na DAP e DAR pelas espécies ornamentais dos campos rupestres ferruginosos da Floresta Nacional de Carajás.	27
Figura 14 - Estrutura populacional de <i>Catasetum discolor</i> em Campo Rupestre Aberto e Campo Rupestre Arbustivo. (A) Altura dos agrupamentos; (B) Cobertura dos agrupamentos; (C) Número de agrupamento; (D) Número de indivíduos por agrupamento.	29
Figura 15 - Estrutura populacional de <i>Sobralia liliastrum</i> em Campo Rupestre Aberto e Campo Rupestre Arbustivo. (A) Altura dos agrupamentos; (B) Cobertura dos agrupamentos; (C) Número de agrupamento; (D) Número de indivíduos por agrupamento.	30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
1.2 Valoração de produtos florestais não madeireiros nos campos rupestres ferruginosos da FLONA de Carajás	9
2. OBJETIVOS	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1 Área de estudo	12
3.2 Caracterização das espécies estudadas	14
3.2.1 <i>Catasetum discolor</i> Lindl. (Lindl.).....	14
3.2.2 <i>Cyrtopodium andersonii</i> (Lamb. ex Andrews).....	15
3.2.3 <i>Epidendrum nocturnum</i> Jacq.....	15
3.2.4 <i>Mandevilla scabra</i> (Hoffmanns. ex Roem. e Schult.) K.Schum.	15
3.2.5 <i>Norantea guianensis</i> Aubl.....	16
3.2.6 <i>Sobralia liliastrum</i> Lindl.	16
3.3 Prospecção do potencial ornamental regional	16
3.4 Aspectos ecológicos <i>in situ</i>	17
3.5 Análise estatística	18
3.6 Experimento de resgate	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1 Aspectos socioeconômicos dos entrevistados	21
4.1.2 Percepção ambiental.....	24
4.2 Disposição a pagar e disposição a receber pelas plantas ornamentais	25
4.3 Estrutura populacional.....	27
4.3.1 Estrutura populacional de <i>Catasetum discolor</i>	28
4.3.2 Estrutura populacional de <i>Sobralia liliastrum</i>	28
4.4 Espécies associadas	31
6. CONCLUSÃO.....	35
AGRADECIMENTOS	36
REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

Os campos rupestres ferruginosos (CRFs) são ecossistemas raros que ocorrem sobre os platôs cobertos por afloramentos ferruginosos típicos da Serra dos Carajás, e que se caracterizam por constituírem um complexo de fitofisionomias predominantemente abertas (GIULIETTI *et al.*, 2019). Em decorrência de características geoambientais específicas, que incluem solos ácidos e pobres em nutrientes, altas concentrações de metais pesados, altas temperaturas e forte sazonalidade, os CRFs abrigam uma rica biodiversidade, com ocorrência de muitas espécies raras e endêmicas, de beleza cênica e potencial ornamental (PORTO e SILVA, 1989; SANTANA *et al.*, 2017; SOUSA *et al.*, 2020)

No Brasil, além da Serra dos Carajás no Pará, esses ecossistemas também ocorrem com predominância no Quadrilátero Ferrífero no estado de Minas Gerais (CARMO e JACOBI, 2013). Especificamente nessas áreas, estão localizadas as mais importantes jazidas de minério de ferro de alto teor do mundo, além de outros corpos de minério, o que as torna uma das maiores províncias minerais do planeta (ICMBIO, 2018; GIULIETTI *et al.*, 2019; MACAMBIRA, 2003; VASCONCELOS, 2016). Em virtude disso, nessas regiões, as atividades de extração mineral são preponderantes, com significativo avanço nas últimas décadas, o que vem ocasionando grandes impactos ambientais, que incluem degradação de extensas áreas naturais, fragmentação de habitat, perdas de biodiversidade e mudanças drásticas na paisagem (CHAVES e FERREIRA, 2014; GUMIER-COSTA *et al.*, 2013; SANTANA *et al.*, 2017).

Os CRFs da Serra dos Carajás estão inseridos em sua maior parte na Floresta Nacional (FLONA) de Carajás (GIULIETTI *et al.*, 2019) que constitui uma unidade de conservação (UC) de uso sustentável e que prevê no seu plano de manejo a extração mineral (ICMBIO, 2016). Para tal, é requerido, obrigatoriamente, um processo de licenciamento ambiental, no qual são analisados os impactos decorrentes dessa atividade e são propostas medidas mitigatórias (ALVARENGA; CARMO; KAMINO, 2022) a fim de garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos, de forma socialmente justa e economicamente viável, conforme os termos da Lei nº 9.985 (ICMBIO, 2016).

Cabe ressaltar que em casos de impactos não mitigáveis, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) prevê a compensação das áreas afetadas (MMA, 2002). Contudo, a metodologia de cálculo de compensação, prioriza, quase que

absolutamente, atributos de natureza madeireira, principalmente encontrados em áreas de Floresta Ombrófila, o que causa valores desprezíveis para supressão dos CRFs, onde o estrato vegetal predominante é o herbáceo/arbustivo (ICMBIO, 2011; SANTANA *et al.*, 2017; SOUSA *et al.* 2020; GUMIER-COSTA, *et al.*, 2013).

A valoração dos recursos naturais dos CRFs nos procedimentos de licenciamento ambiental, ainda é muito incipiente pelo fato de que seus produtos e serviços ainda não possuem preços de mercado estabelecidos (ALVARENGA; CARMO; KAMINO, 2022; SANTANA *et al.*, 2016). A escassez de dados sobre a valoração de componentes não madeireiros leva a uma subvalorização desses recursos (LIMA *et al.*, 2020), o que resulta em pagamentos de indenizações que não refletem adequadamente o real valor dos danos ambientais, comprometendo a exatidão na determinação dos danos causados e impedindo a formulação de critérios justos para a compensação ou reparação dos impactos (SANTT'ANNA E NOGUEIRA, 2010).

Apesar da sua complexidade florística e importância econômica, os CRFs de Carajás representam um dos ecossistemas menos pesquisados no Brasil, ao passo que constitui umas das áreas mais ameaçadas em decorrência do avanço das atividades de mineração (FERNANDES *et al.*, 2014; SCHAEFFER *et al.*, 2015). Diante disso, estudos botânicos e ecológicos das comunidades vegetais, que incluam a dinâmica populacional de espécies ameaçadas, raras, endêmicas e com potencial de uso madeireiro e não madeireiro, são considerados chaves para subsidiar estratégias efetivas para conservação nos ambientes rupestres ferruginosos e mitigar perdas de biodiversidade (CARMO E JACOBI, 2013; COSTA *et al.*, 2023; FERNANDES *et al.*, 2014; MESSIAS *et al.*, 2012; SANTOS, 2016; SCHAEFFER *et al.*, 2015). Isso é particularmente importante, tendo em vista que o conhecimento da estrutura populacional das espécies presentes nessas áreas, poderá contribuir com dados relevantes para que os valores indenizatórios sejam estabelecidos de forma mais justa e precisa, refletindo adequadamente o impacto da atividade de mineração sobre a biodiversidade local.

O estudo da estrutura populacional de *C. discolor* e *S. liliastrum* tem grande relevância para a conservação da biodiversidade nos CRFs, e valoração ambiental, especialmente de PFNMs. Os dados obtidos podem ser fornecidos ao órgão gestor da UC, para auxiliar na formulação de estratégias de conservação, na quantificação mais precisa e detalhada das espécies presentes em áreas de mineração. Isso pode contribuir para elevar os valores indenizatórios, nas futuras áreas a serem mineradas na UC. Com isso, o recurso arrecadado pode ser destinado a pesquisas voltadas ao levantamento de informações

ecológicas das espécies. Além disso, o estudo pode contribuir na criação de estratégias para utilização dos recursos naturais presentes nos CRFs, e destiná-las para geração de renda de comunidades extrativistas.

Já foi demonstrado que muitas espécies dos CRFs apresentam potencial de uso não madeiros, o que contribui para a geração de renda para comunidades tradicionais e cooperativas extrativistas (SOUZA, 2015; SOUSA *et al.*, 2020). Associado a isso, estudos mais recentes também indicam o grande potencial ornamental de muitas espécies dos CRFs de Carajás, como por exemplo as espécies *Catasetum discolor* Lindl., *Cyrtopodium andersonii* (Lamb. ex Andrews) R.Br., *Epidendrum nocturnum* Jacq., *Mandevilla scabra* (Hoffmanns. ex Roem. & Schult.) K.Schum., *Norantea guianensis* Aubl. e *Sobralia liliastrum* Salzm. ex Lindl., que já estão consolidadas nesse mercado nacionalmente (SOUSA *et al.*, 2020). Assim, este trabalho foi desenvolvido com o intuito de valorar economicamente seis espécies dos CRFs com valores consolidados nacionalmente *Catasetum discolor* Lind, *Cyrtopodium andersonii* (Lamb. ex Andrews), *Epidendrum nocturnum* Jacq, *Mandevilla scabra* (Hoffmanns. ex Roem. e Schult.) K.Schum, *Norantea guianensis* Aubl., *Sobralia liliastrum* Lindl., para subsidiar informações técnicas para os procedimentos de licenciamento ambiental da unidade de conservação (UC), a fim de subsidiar informações técnicas para futuros procedimentos de valoração ambiental com as espécies na unidade de conservação (UC).

1.2 Valoração de produtos florestais não madeireiros nos campos rupestres ferruginosos da FLONA de Carajás

O meio ambiente promove bens e serviços ambientais essenciais à vida, no entanto, a disponibilidade de alguns desses fatores é limitada, o que demanda a adoção de práticas sustentáveis na utilização dos recursos naturais (FONSECA, 2015; SANT'ANNA e NOGUEIRA, 2010). Diante deste cenário, a valoração econômica ambiental se torna cada vez mais significativa, pois amplia o entendimento quanto a importância dos serviços ecossistêmicos, contribuindo para a conservação e administração dos recursos naturais (ASSIS *et al.*, 2020).

O processo de valoração ambiental tem como finalidade, atribuir valor monetário aos ativos naturais (FONSECA, 2015) isso permite que essas informações sejam integradas ao processo de tomadas de decisões da sociedade (GUERRA, *et al.*, 2009). Contudo, estimar valores econômicos aos bens e serviços ambientais é algo bastante

complexo, isto se deve, em partes, ao fato de alguns componentes florestais não possuírem valor financeiro, porém, estão associados à cultura e oferecem benefícios diretos e indiretos que atendem as necessidades humanas (ASSIS *et al.*, 2020; LIMA *et al.*, 2020; SANTANA *et al.*, 2017).

Não há um padrão universal para classificação de técnicas afim de exercer a valoração (MAIA, 2002). De forma resumida, as metodologias podem ser classificadas, basicamente, em dois principais métodos: diretos e indiretos (PUGAS, 2006; SANTOS *et al.*, 2003), a escolha apropriada do método de avaliação depende do objetivo do estudo, portanto, nenhum método é superior ao outro (ADEPOJU e SALAU, 2007).

O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO) possui metodologias para valorar produtos florestais não madeireiros em áreas de supressão vegetal, no entanto, a metodologia necessita de informações ecológicas sobre as espécies, como por exemplo, estrutura populacional, importante para identificar a quantidade de indivíduos na população, entender como eles se relacionam entre si e com os fatores ambientais, e permite examinar as interações existentes entre os indivíduos e as populações locais (MARTINS, 1987). Além dos dados ecológicos, a metodologia requer valores de comercialização das espécies para os cálculos indenizatórios (ICMBIO, 2011; IN n° 8/2021).

O termo “Produtos Florestais Não Madeireiros” refere-se à todos os artefatos biológicos que podem ser extraídos da floresta, que não seja a madeira (SANTOS *et al.*, 2003). Os PFNMs podem ser divididos em duas categorias principais: comestíveis e não comestíveis, os comestíveis abrangem plantas e animais para consumo, mel, óleos, peixes, especiarias, entre outros. Já os não comestíveis, incluem gramíneas, plantas ornamentais, óleos para fins cosméticos, medicamentos, entre outros (ADEPOJU e SALAU, 2007).

Apesar do reconhecimento da rica biodiversidade brasileira, há um desafio: grande parte do potencial de seu patrimônio natural, principalmente relacionado a flora nativa, permanece pouco explorado e subestimado, gerando subavaliação desse patrimônio (CORADIN e CAMILLO, 2016). De acordo com Heiden *et al.* (2006) muitas plantas ornamentais cultivadas globalmente não são nativas, o que pode impactar negativamente ambientes naturais e cultivos.

Os campos rupestres oferecem uma variedade de produtos florestais não madeireiros e serviços ecossistêmicos, que promovem inúmeros benefícios, tanto para as comunidades locais, quanto para a sociedade em geral (RESENDE; FERNANDES;

COELHO, 2013) porém pouco se sabe sobre a potencialidade de uso dos PFNMs dos CRFs de Carajás (SANTANA *et al.*, 2016) sendo o uso de seus componentes não madeireiros, restrito somente a extração da folha de jaborandi (*Pilocarpus microphyllus* Stapf ex Wardl) e coleta de sementes nativas (ICMBIO, 2016; LIMA, 2018).

Santos *et al.* (2003) já enfatizava que no Brasil as análises de mercado e metodologias para valoração de produtos não madeireiros são pouco discutidas, se aprofundar mais nessa temática seria uma alternativa para explorar de maneira consciente a potencialidade ornamental das espécies que ocorrem nos CRFs da FLONA de Carajás, a fim de fortalecer esta vertente na economia regional, além de promover a conservação *ex situ* das espécies.

No estudo de Sousa *et al.* (2020) acerca do potencial ornamental das espécies presentes nos CRFs da Serra dos Carajás, foram identificadas 33 espécies provenientes de 32 gêneros distintos e 19 famílias, as plantas demonstraram aptidão para fins ornamentais, e apresentaram semelhanças com espécies já reconhecidas e utilizadas no cenário nacional, podendo ser empregadas na comercialização local, e, desta forma, gerar renda para comunidade extrativista regional. A extração de PFNM raramente altera a estrutura e o funcionamento da floresta, e geralmente não resulta na degradação dos recursos naturais, o que faz com que a utilização sirva como estratégia para conservação *ex situ* e desenvolvimento florestal (GUERRA *et al.*, 2009).

2. OBJETIVOS

O projeto de pesquisa teve como objetivo geral utilizar seis espécies ornamentais de áreas de supressão vegetal dos Campos rupestres ferruginosos para valoração ambiental e para diversificação econômica de comunidades extrativistas no entorno da Flona de Carajás. Os objetivos específicos são compostos por etapas, onde :

- 1) Realizar o levantamento de dados ecológicos das espécies ornamentais nos gradientes geoambientais de ocorrência no CRF da FLONA de Carajás;
- 2) Realizar a prospecção da receptividade da comunidade e de proprietários de lojas de paisagismo na região de Carajás acerca das espécies ornamentais nativas dos CRFs da FLONA de Carajás;
- 3) Avaliar a sobrevivência das espécies ornamentais em condições de viveiro florestal;
- 4) Aplicar a metodologia do ‘Termo de Referência para elaboração de Inventário e valoração de produtos florestais não Madeireiros em florestas nacionais’ (ICMBIO,

2011) considerando as espécies ornamentais com valores de mercado consolidado nacionalmente para quantificar de forma precisa os valores de indenização pagos pela supressão vegetal dos Campos rupestres ferruginosos nos futuros empreendimento minerários na Serra Norte da FLONA de Carajás.

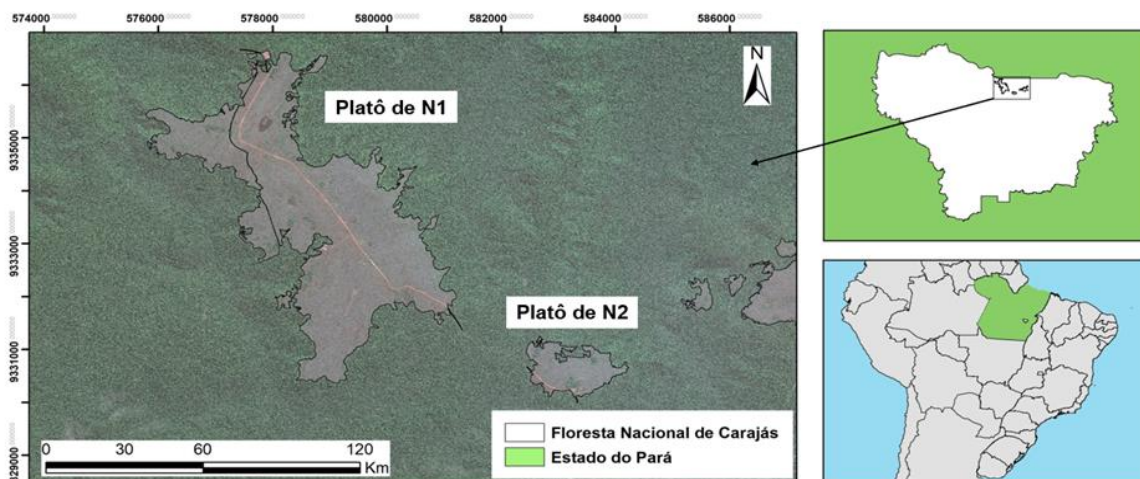
3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido nos campos rupestres ferruginosos da Floresta Nacional de Carajás (FLONA), nos platôs de N1 (Figura 1). A FLONA de Carajás é uma unidade de conservação (UC) de uso sustentável criada em 1998, visando o uso responsável e sustentável dos recursos naturais. Possui uma extensão territorial de 395.826,70 ha, que abrange os municípios de Parauapebas, Canaã dos Carajás e Água Azul do Norte, sudeste do estado do Pará (ICMBIO, 2016). A execução deste estudo foi autorizada em conformidade com o Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO n° 79654).

Juntamente com outras cinco unidades de conservação (Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri, Floresta Nacional do Itacaiúnas, Parque Nacional dos Campos Ferruginosos, Reserva Biológica do Tapirapé e a Área de Proteção Ambiental do Igarapé do Gelado), a FLONA de Carajás compõe o mosaico de áreas protegidas de Carajás, reconhecidas por sua imensa relevância ecológica e papel crucial na conservação da biodiversidade (ICMBIO, 2017).

Figura 1- Localização dos platôs de N1 na Serra Norte da Floresta Nacional de Carajás, Parauapebas, Pará.



Fonte: COSTA, 2022

caracterizadas, verão chuvoso, entre os meses de novembro a abril e inverno seco, entre os meses de maio a outubro.

A composição vegetal predominante na área consiste em espécies herbáceas e arbustivas, com limites geográficos que estabelecem um verdadeiro “enclave” envolto pela floresta ombrófila (PORTO e SILVA, 1989; SILVA *et al.*, 1996). A nomenclatura utilizada para esse tipo de formação vegetal, ainda não é um consenso, alguns autores a identificam como savana metalófila, devido ao solo rico em metais (SANTANA *et al.*, 2017; PORTO e SILVA, 1989); vegetação de canga (GIANNINI *et al.*, 2021; MOTA *et al.*, 2018; VIANA *et al.*, 2016); campo rupestre ou vegetação rupestre, em razão da formação rochosa ou sub-rochosa local (PIRES e PRANCE, 1985; SILVA; SECCO; LOBO, 1996); Complexo Rupestre Ferruginoso devido a variedade geoambiental (NUNES *et al.*, 2015). No presente trabalho será utilizado o termo campo rupestre ferruginoso, refletindo o consenso científico para definir o mosaico de ambientes associados a afloramentos ferruginosos (SILVEIRA *et al.*, 2016).

Os CRFs da FLONA de Carajás possuem diferentes fitofisionomias, especificamente, o estudo foi desenvolvido em apenas dois: campo rupestre aberto e campo rupestre arbustivo. Schaeffer *et al.* (2015) caracteriza os CRFs abertos (Figura 2A) como um geoambiente com campos mais abertos e de menor altura, que tipicamente apresentam dominância de *Sobralia liliastrum* e *Vellozia* spp., e CRFs arbustivos (Figura 2B) composto por árvores de pequeno porte, onde é evidente a uniformidade na composição florística, embora haja variações em relação a abundância e predominância.

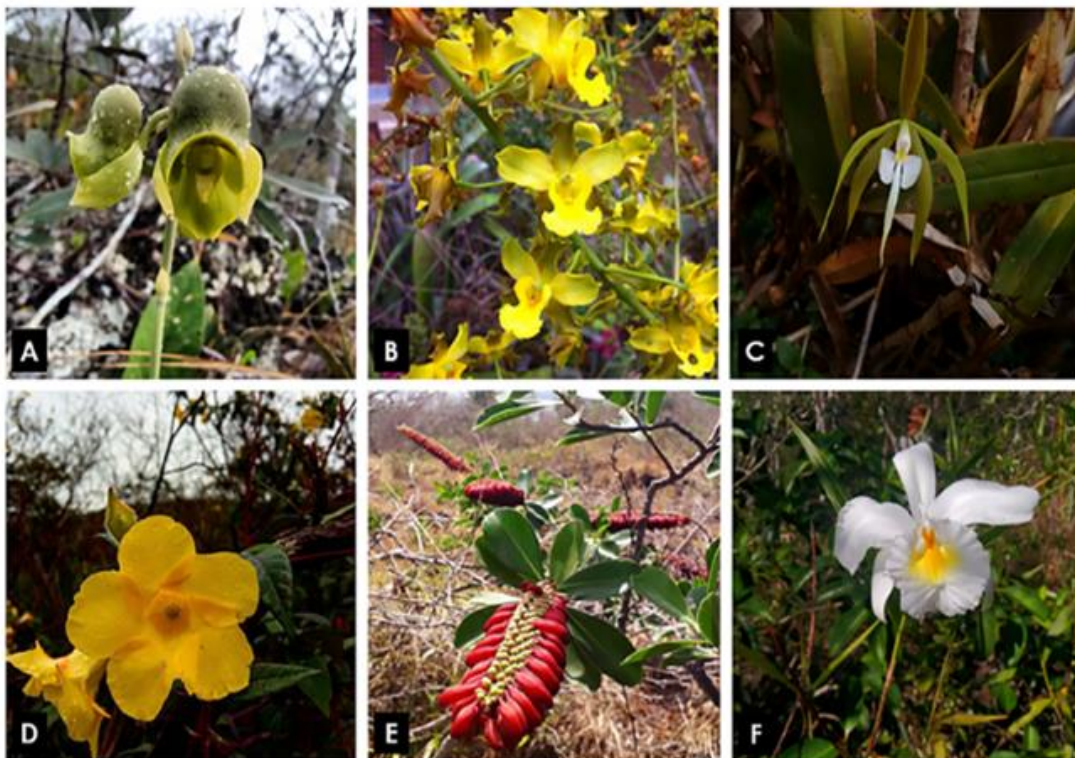
Figura 2 – Geoambientes dos Campos rupestres ferruginosos. (A) Campo Rupestre Aberto; (B) Campo Rupestre Arbustivo.



3.2 Caracterização das espécies estudadas

As espécies *Catasetum discolor*, *Cyrtopodium andersonii*, *Epidendrum nocturnum*, *Mandevilla scabra*, *Norantea guianensis* e *Sobralia liliastrum* são nativas dos campos rupestres ferruginosos da FLONA de Carajás, e de acordo com Sousa *et al.* (2020), apresentam potencial ornamental nacionalmente (Figura 3 A).

Figura 3- Espécies nativas dos Campos rupestres ferruginosos da Floresta Nacional de Carajás, Estado do Pará. (A) *Catasetum discolor*; (B) *Cyrtopodium andersonii*; (C) *Epidendrum nocturnum*; (D) *Mandevilla scabra*; (E) *Norantea guianensis*; (F) *Sobralia liliastrum*.



3.2.1 *Catasetum discolor* Lindl. (Lindl.)

Pertence à família Orchidaceae, porte herbáceo, com cerca de 10 a 20 cm, apresenta inflorescências de aproximadamente 40 cm de altura, número variado de flores com pétalas verdes-amareladas (Figura 3A). No Brasil ocorre cerca de 113 espécies, em que 36 estão localizadas no Pará (KOCH; MIRANDA; HALL, 2018) Suas inflorescências apresentam 40 cm de altura com número variado de flores com pétalas verdes-amareladas (Figura 3A). Possui ampla distribuição nos campos rupestres ferruginosos.

3.2.2 *Cyrtopodium andersonii* (Lamb. ex Andrews)

Espécie de crescimento rupícola, da família Orchidaceae, sua altura varia de 58 cm a 96 cm. As folhas apresentam coloração amarelo-esverdeada (Figura 3B) com a extremidades castanho e pétalas labelo amarelas. No Brasil pode ser encontrada no Norte (AM, AP, PA, RO, RR), Nordeste (MA) e Centro-Oeste (MT), em áreas de cerrado, floresta ombrófila, restingas, e vegetações sobre afloramentos rochosos. Na Serra de Carajás é a única espécie do gênero que ocorre na Serra Norte: N1, e Serra do Tarzan (KOCH; MIRANDA; HALL, 2018) porém os estudos ecológicos dessa proposta de trabalho pretendem ampliar a distribuição da espécie nos Campos rupestres ferruginosos da FLONA de Carajás.

3.2.3 *Epidendrum nocturnum* Jacq

Epífita ou rupícola, de todas as espécies do gênero das Orchidaceae mais comum na Amazônia, amplamente distribuída na Serra dos Carajás, Koch et al. (2018) registraram que nas áreas de canga foram encontradas na Serra Sul: S11 A, S11C, S11D, e Serra da Bocaina, Costa (2019) registrou a espécie nos platôs N1 e N2 na Serra Norte. O tamanho varia de 19,5 cm a 75,5 cm de altura. Apresenta flores únicas com cerca de 3 cm a 4 cm com sépalas esverdeadas e pétalas alvas a amarelas (Figura 3C).

3.2.4 *Mandevilla scabra* (Hoffmanns. ex Roem. e Schult.) K.Schum.

Pertence à família Apocynaceae de porte ereto ou volúvel, a coloração de suas flores pode variar de amarelo claro a amarelo forte, mas sempre com a fauce vermelha (Figura 3D). No Brasil ocorre nas regiões: Norte (AC, AM, AP, PA, RO, RR, TO), Nordeste (AL, BA, CE, MA, PB, PE, PI, RN, SE), Centro-Oeste (DF, GO, MS, MT), Sudeste (ES, MG, RJ, SP), Sul (PR, RS, SC). A sua distribuição na Serra dos Carajás vai da Serra Norte (N1, N2, N3, N4, N5, N6 e N7) e Serra Sul (S11A a S11D). A espécie cresce principalmente em áreas abertas e área de transição para mata, florescendo nos meses de outubro a maio e frutificando nos meses de janeiro a maio (FERNANDES; MOTA; SIMÕES, 2018)

3.2.5 *Norantea guianensis* Aubl.

N. guianensis (Marcgraviaceae) é típica das formações de canga na Serra do Carajás, com suas inflorescências vistosas, vináceas, encontradas geralmente na estação seca (Figura 3E). Caracteriza-se por possuir flores associadas a nectários pedicelares vermelhos a vináceos e hábito hemiepífita ou rupícola alastrante por caules horizontais a decumbentes. Possui distribuição ampla nos Campos rupestres ferruginosos da Serra Norte e Sul da FLONA de Carajás (VIANA; CRUZ, 2017).

3.2.6 *Sobralia liliastrum* Lindl.

A espécie *S. liliastrum* (Orchidaceae) é uma erva rupícola que pode chegar até a uma altura de 160 cm. A espécie pode ser reconhecida dentre as outras espécies de Orchidaceae das áreas de canga da Serra dos Carajás pela presença das flores alvas, vistosas e pelas folhas plicadas e numerosas dos caules (Figura 2F). Esta espécie encontra-se distribuída no norte da América do Sul (GOVAERTS ET AL. 2017). Apresenta ampla distribuição nas Serra Norte e Sul dos Campos rupestres ferruginosos da FLONA de Carajás (KOCH; MIRANDA; HALL, 2018).

3.3 Prospecção do potencial ornamental regional

Aplicou-se o método de valoração de contingente, utilizando disposição a pagar (DAP) pela preservação das espécies e disposição a receber (DAR) pela indenização. Os resultados foram obtidos através de formulários e as entrevistas ocorreram entre janeiro e agosto de 2022 de forma presencial, totalizando 200 entrevistados de diferentes grupos sociais da cidade de Parauapebas, Pará, incluindo donos de casas de paisagismo, membros da cooperativa extrativista de Carajás e integrantes de um projeto municipal de paisagismo.

Os formulários foram estruturados em três partes: socioeconômica, percepção ambiental e disposição a pagar e receber (DAR) sobre as espécies dos campos rupestres ferruginosos. Semelhantemente, esta metodologia de valoração através da aplicação de questionários também foi utilizada por (ASSIS *et al.*, 2020).

Na seção socioeconômica foi realizado levantamento de informações sobre o sexo, idade, tempo de moradia, renda familiar mensal, número de pessoas no lar, tempo

de escolaridade e quantidade de anos trabalhados. Na última parte do formulário estava anexado fotografia das seis espécies, seguido de cinco perguntas para levantamento de informações sobre o potencial uso ornamental das espécies, disposição a pagar por elas e valor que acredita se justo pela degradação delas nos CRFs.

3.4 Aspectos ecológicos *in situ*

Os levantamentos populacionais ocorreram entre maio de 2022 e julho de 2023. Os aspectos ecológicos foram levantados através de buscas pelas populações de *C. discolor* e *S. liliastrum* em dois geoambientes dos CRFs: campo rupestre aberto (CRAB) e campo rupestre arbustivo (CRAR). Não foi possível concluir as análises ecológicas de *Cyrtopodium andersonii*, *Epidendrum nocturnum*, *Mandevilla scabra* e *Norantea guianensis*; uma vez que, nos geoambientes avaliados no platô de N1, estas espécies não apresentaram abundância e por uma questão de logística, não foi possível realizar em outras áreas de campo rupestre.

Dentro de cada população de *C. discolor* e *S. liliastrum* e, em ambos os geoambientes, foram alocados de forma randomizada 30 parcelas de 1×1m (1m²) (figura 3B), totalizando 120 parcelas amostrais. Em cada parcela todos os indivíduos foram inventariados a nível de espécie, considerando sua quantidade e a porcentagem de cobertura. Somente para *C. discolor* e *S. liliastrum*, era medido, com auxílio de trena, variáveis de altura do ramo principal, cobertura do agrupamento (figura 5C) e número de indivíduos por agrupamento e número de agrupamentos, também era feito registro se as espécies estavam, ou não, associadas à arbustos. A identificação botânica das demais espécies foi realizada em campo e/ou por meio de coleta de material e posterior consulta em herbários virtuais e literatura especializada. A nomenclatura correta das espécies foi verificada através de consulta no site do Flora do Brasil 2020 (<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>), que segue o sistema de classificação *Angiosperm Phylogeny Group-APG IV*.

Figura 4 - Levantamento de aspectos ecológicos *in situ* de *Catasetum discolor* e *Sobralia liliastrum*. (A) Busca pelas populações das espécies de interesse; (B) Estabelecimento das parcelas aleatórias; (C-D) Registros de variáveis como altura, número de agrupamentos e indivíduos.



Fonte: A AUTORA, 2023.

3.5 Análise estatística

As comparações entre os parâmetros ecológicos das populações, foram realizadas por meio de análises conduzidas utilizando o software R 3.0.2 (Equipe de Desenvolvimento do R 2013). Os dados foram normatizados e submetidos ao teste de normalidade de Shapiro Wilk, a um nível de significância de 0,05. Dado que a distribuição dos dados não atendeu aos critérios paramétricos, foi empregado o teste estatístico de Wilcoxon-Mann-Whitney para comparar duas médias, considerando um nível de significância de 0,05.

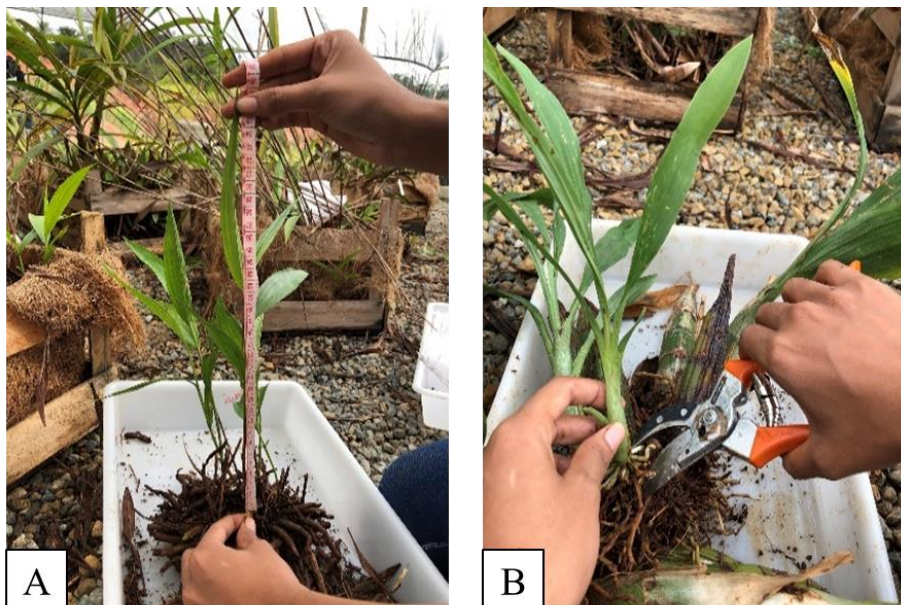
3.6 Experimento de resgate

O experimento foi conduzido em uma casa de vegetação da Universidade Federal Rural da Amazônia campus de Parauapebas, localizada no sudeste do Pará ($1^{\circ} 27' 31''$ S $48^{\circ} 26' 04.5''$ O) teve início no período de março de 2022, e foi finalizado em fevereiro de 2023.

Para realização do teste de sobrevivência em condições de viveiro florestal, foram adquiridas, por meio de doação da empresa Vale, mudas de *C. discolor*, *E. nocturnum*, *S. liliastrum* e *C. andersonii*, provenientes de resgate de áreas dos CRFs já licenciados e que estão em processo de supressão para abertura de mina. Levando em consideração dificuldades de coleta das outras espécies indicadas na proposta (*N. guianensis* e *M. scabra*), o experimento se restringiu às três primeiras orquídeas citadas.

Foram utilizadas plantas com altura entre 25 e 40 centímetros (figura 5 A), em razão da dificuldade de padronização de altura, visto a diferença de porte e tamanho de folhas entre as três espécies. As plantas foram individualizadas com poda de raízes, utilizando tesoura esterilizada com álcool 70% (figura 5 B) posteriormente, as plantas foram cultivadas em vasos plásticos de 19 x 19 centímetros e capacidade de 3,6 litros.

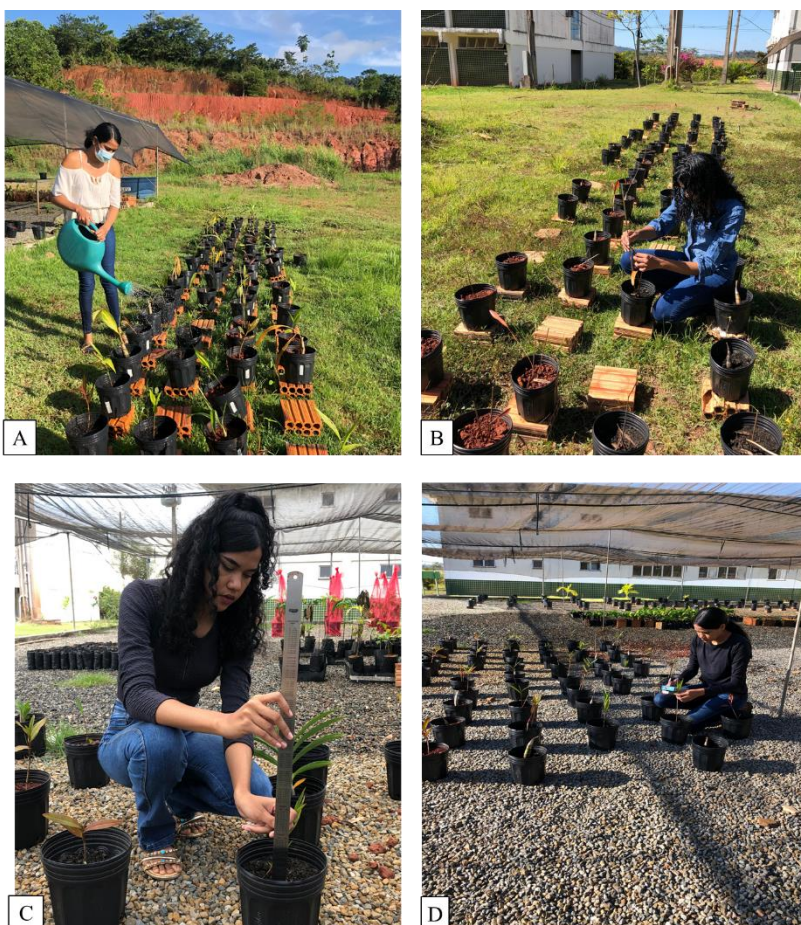
Figura 5- Processo de individualização das plantas; A) Seleção dos indivíduos de acordo com a altura estabelecida; B) Poda das raízes para separação dos indivíduos da touceira.



O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos: T1 (*Topsoil* + pleno sol); T2 (Substrato comercial + pleno sol); T3 (*Topsoil* + sombrite); T4 (substrato comercial + sombrite). Cada tratamento teve como unidade amostral três plantas (uma de cada espécie) distribuídas em 12 repetições, tendo 36 plantas por tratamento, totalizando 144 plantas estudadas, o espaçamento adotado foi de 30 x 30 cm.

As plantas eram irrigadas de forma manual (Figura 6 A), uma vez por semana, nesta mesma frequência, eram realizadas as análises acerca da taxa de sobrevivência (Figura 6 B), número de folhas novas, o crescimento em altura (Figura 6 C), número de brotos, floração e teor de clorofila (Figura 6 D). Os dados registrados serão submetidos às análises estatísticas para posterior publicação, objetiva-se a elaboração de uma reunião, para que as informações acerca dos tratamentos culturais, bem como, a potencialidade de uso das espécies seja repassada aos integrantes da cooperativa extrativista do município.

Figura 6 - Realização dos cuidados e registros das variáveis semanais. (A) Rega das plantas; (B) Registro da quantidade de folhas; (C) Registro de altura; (D) Análise do teor de clorofila.

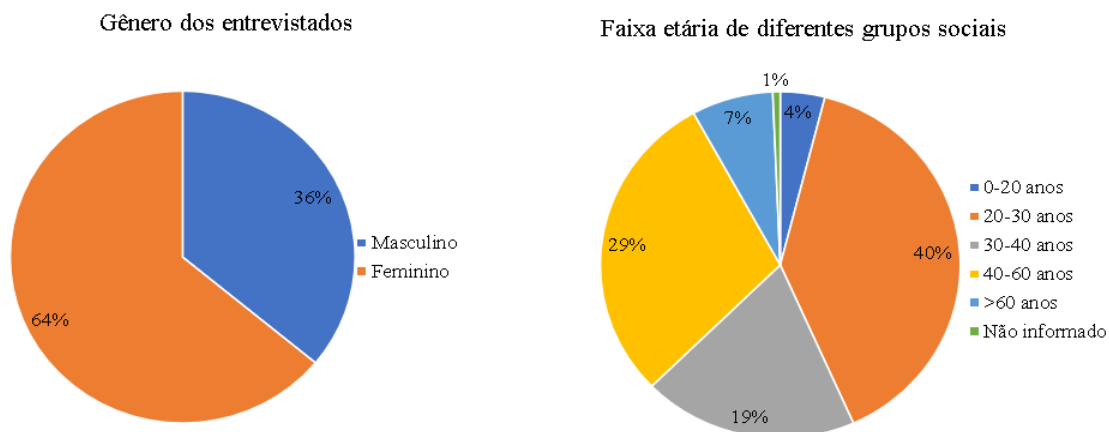


4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Aspectos socioeconômicos dos entrevistados

Foram aplicados 200 questionários, em que 64% dos entrevistados eram do gênero feminino e 36% masculino. Dentre os entrevistados pode-se observar que a faixa etária da maior parte estava entre 20 e 30 anos, correspondendo a 40%. A segunda maior faixa etária dos entrevistados estava entre 40 e 60 anos (29%). A terceira maior porcentagem foi a de 30 a 40 anos, representando 19%, seguido dos maiores de 60 anos que representaram 7%. Os entrevistados com até 20 anos de idade, representaram 4% dos entrevistados (Figura 7).

Figura 7- Gênero e faixa etária de diferentes grupos sociais entrevistados: Florindo o mundo, COEX e comunidade no geral.



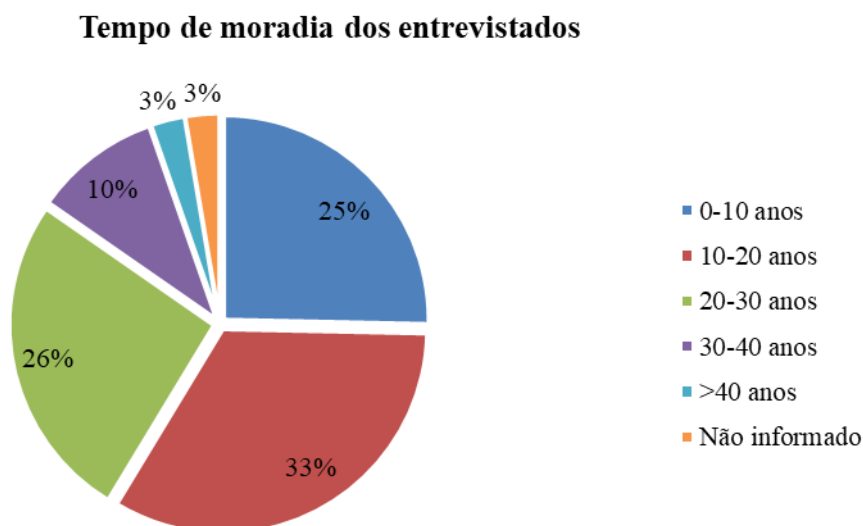
Fonte: A autora (2022).

É relevante destacar que alguns dos entrevistados manifestaram surpresa ao se depararem com as espécies abordadas no projeto de pesquisa. Dentro desse grupo, havia participantes que já tinham conhecimento dessas espécies ou de outras semelhantes. Contudo, desconheciam sua presença natural na nossa região, apesar de 84% dos entrevistados residirem em Parauapebas por mais de uma década, conforme demonstrado na Figura 8.

Esses resultados corroboram com o estudo de Santana (2018), que identificou que 80% dos entrevistados em sua pesquisa tinham ciência da riqueza e da importância dos serviços ecossistêmicos prestados pela Flona de Carajás para o desenvolvimento econômico. No entanto, é relevante notar que esse conhecimento estava principalmente voltado para produtos madeireiros. Isso nos leva a enfatizar a necessidade de um esforço

mais aprofundado no sentido de incentivar a população local a explorar a biodiversidade dos CRFs, com especial ênfase no potencial ornamental da Flona de Carajás.

Figura 8 - Tempo de moradia dos entrevistados no município de Parauapebas Pará.



Fonte a autora (2022).

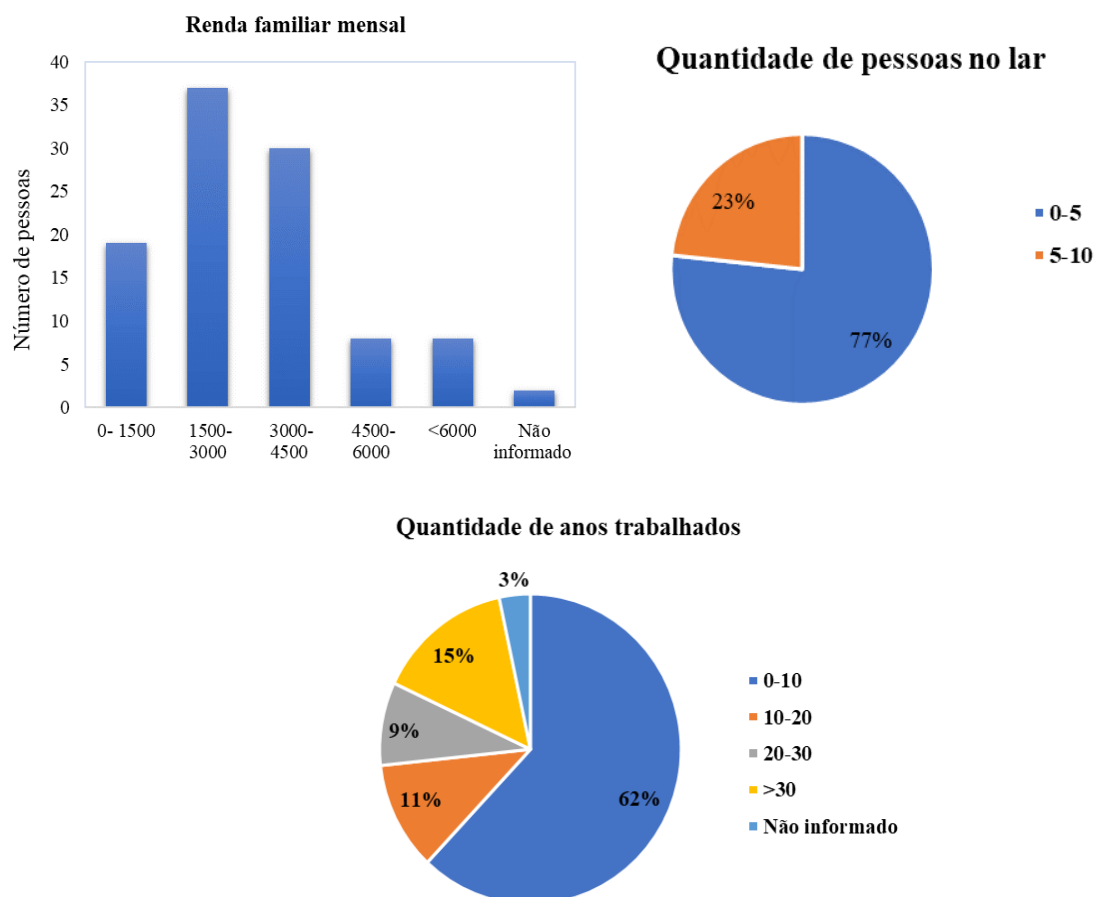
Para a escolaridade observou-se que a maioria dos membros da COEX apresentaram ensino fundamental incompleto (72%), enquanto 50% das integrantes do projeto Florindo o mundo, possuem ensino médio completo. No público geral, 45% dos entrevistados possuem ensino médio completo e 42% ensino superior, mostrando uma diferença em relação a escolaridade dos grupos (Tabela 1).

Tabela 1- Nível de escolaridade dos entrevistados da COEX, Florindo o mundo e público geral da cidade de Parauapebas Pará.

Nível de escolaridade	COEX	Florindo o mundo	Geral
Analfabeto	1	0	0
Fundamental incompleto	18	2	4
Fundamental completo	1	4	6
Ensino médio completo	4	10	48
Ensino superior	0	0	42
Não informaram	2	4	4

A maioria dos entrevistados declararam ganhar entre R\$ 1.500,00 a R\$ 3.000,00, enquanto a minoria ganha mais que R\$ 6.000,00 mensalmente. Quanto ao número de pessoas no lar, observamos que 77% dos entrevistados possuem até cinco pessoas em casa, e 33% possuem entre 5 e 10 pessoas. A maioria dos entrevistados já trabalharam entre 0 e 10 anos (62%), seguido dos que trabalharam mais de 30 anos (15%) e os entrevistados que trabalharam entre 10 e 20 anos (11%) (Figura 9).

Figura 9 - Renda familiar mensal, quantidade de pessoas nos lares e quantidade de anos trabalhados dos entrevistados.



Os resultados relacionados aos aspectos socioeconômicos demonstram que houve uma variação considerável entre os entrevistados. Muito relacionada aos diferentes

grupos sociais abordados nas entrevistas. Esses resultados dão segurança em relação aos dados obtidos sobre a Disposição a pagar (DAP) e a Disposição a Receber (DAR) sobre as espécies ornamentais da Flona de Carajás.

4.1.2 Percepção ambiental

Considerando a percepção ambiental dos respondentes, relacionado aos três grupos em que foram aplicados os formulários, na Cooperativa extrativista de Carajás (COEX), a poluição de rios é o fator ambiental mais presente (8), para as integrantes do projeto Florindo o mundo, o aspecto mais perceptível é a mineração (9,65), em contrapartida, para o público geral, o fator mais presente é a geração de lixo (8,58) (Tabela 2).

Tabela 2 - Percepção ambiental dos membros da Cooperativa Extrativista de Parauapebas – COEX; Mulheres do projeto Florindo o Mundo e o Público Geral no município de Parauapebas, Pará.

Fatores	COEX	Florindo mundo	Geral
Mudanças climáticas	7,23	8,5	8
Poluição de rios	8	9,2	7,83
Mineração	7,84	9,65	7,87
Desmatamento	7,03	9,3	7,9
Ocupação irregular	4,53	7,6	5,95
Caça	5,07	7,3	4,62
Geração de lixo	6,73	9,05	8,58
Queimadas	6,5	8,9	8,28
Degradação de solos	6,07	7,25	7,07

É possível observar através da Tabela 2 que as médias de percepção dos impactos ambientais entre os grupos, foram maiores para as integrantes do projeto Florindo o Mundo. Os maiores valores observados devem estar relacionados as diversas capacitações inseridas no âmbito profissional das participantes. Florindo o Mundo é um projeto municipal que capacita mulheres profissionalmente através do paisagismo, nele, as participantes recebem instruções acerca do manejo e uso de plantas ornamentais, onde

também é bastante trabalhado a importância econômica e ecológica da região na qual estão inseridas.

O público geral apresentou maiores médias que a COEX para quase todos os valores de percepção dos impactos ambientais, exceto poluição dos rios e caça. Leva-se em consideração que esses dois fatores, juntamente com a mineração são os mais comuns entre os entrevistados da COEX, pois os cooperados utilizam sempre a floresta e os rios da região e circulam pelas estruturas relativas à mineração para chegar aos pontos de coleta de jaborandi, na Flona Carajás. Os demais índices de impactos ambientais são relativos aos ambientes urbanos e por isso apresentaram maiores valores entre o público geral.

4.2 Disposição a pagar e disposição a receber pelas plantas ornamentais

Não obtivemos diferenças quando comparamos as médias de DAP (R\$ 97,67) em comparação DAR (R\$ 127,19) ($X^2 = 8.364.5$, $p = 0.7253$; Figura 10). Já a preferência dos entrevistados em relação a (DAP) foi maior para *S. lilastrum* (R\$ 252,32), seguido por *E. nocturnum* (R\$ 95,46), *C. discolor* (R\$ 94,89), *N. guianensis* (R\$ 83,06), *M. scabra* (R\$ 80,77) e *C. andersonii* (R\$ 77,58), no entanto, não observamos diferenças estatísticas nos dados (ANOVA, $F = 1.181$, $p = 0.134$; Figura 11 A). Apesar de não observarmos diferenças estatísticas em relação a DAR (ANOVA, $F = 1.614$, $p = 0.154$), o público indicou que *N. guianensis* (R\$ 277,32) como a espécie de maior valor compensatório, seguida de *C. andersonii* (R\$ 240,63), *E. nocturnum* (R\$ 158,26), *S. lilastrum* (R\$ 151,68), *C. discolor* (R\$ 147,87) e *M. scabra* (R\$ 102,85) (Figura 11 B).

Figura 10 - Variação entre disposição a pagar (DAP) e disposição a receber (DAR) pelas espécies ornamentais dos campos rupestres ferruginosos da Flona de Carajás.

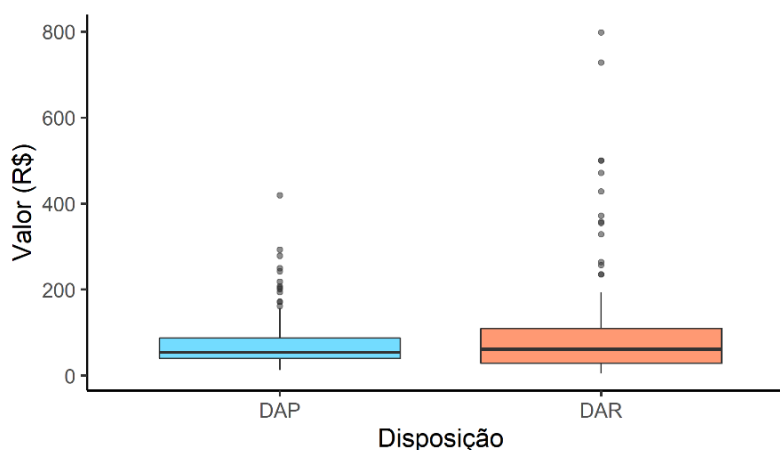
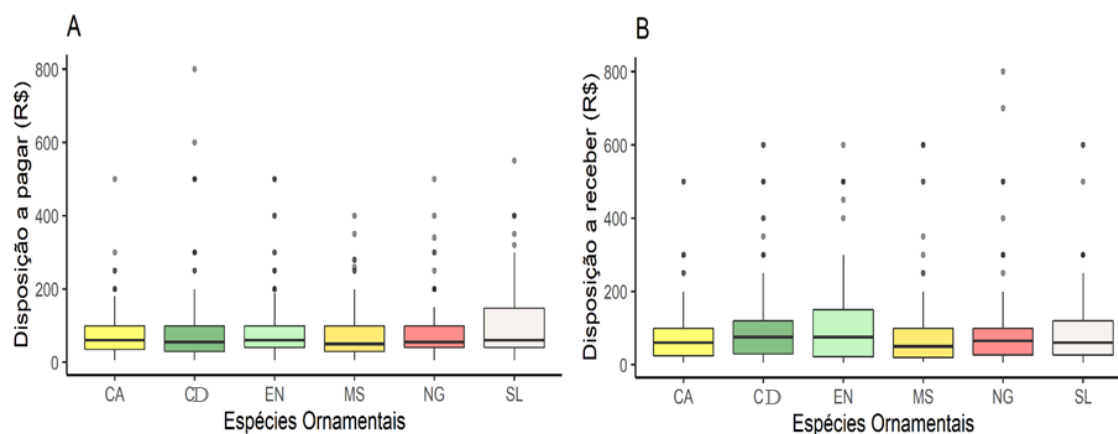
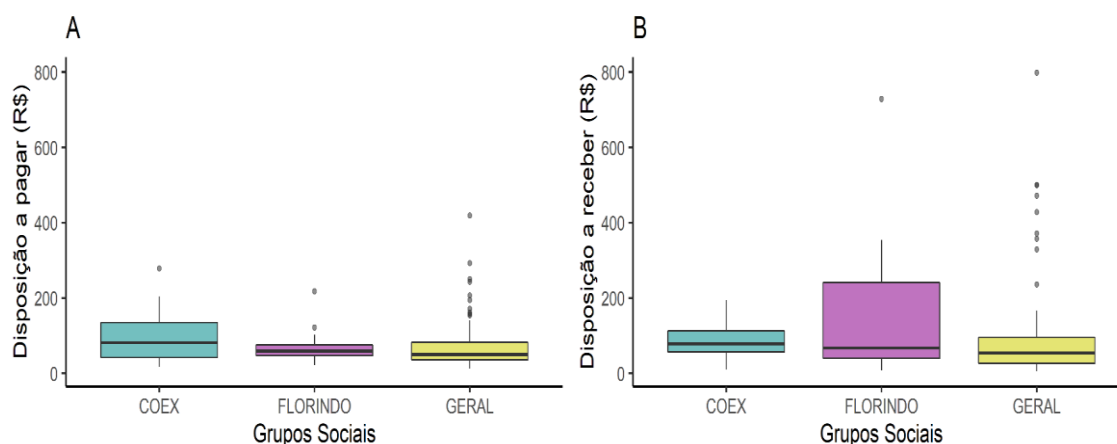


Figura 11 - Variação entre disposição a pagar – DAP (A) e disposição a receber – DAR (B) pelas espécies ornamentais dos campos rupestres ferruginosos da Flona de Carajás. CA – *Cyrtopodium andersonii*; CD- *Catasetum discolor*; EN - *Epidendrum nocturnum*; MS – *Mandevila Scabra*; NG – *Norantea guianensis*; SL – *Sobralia liliastrum*.



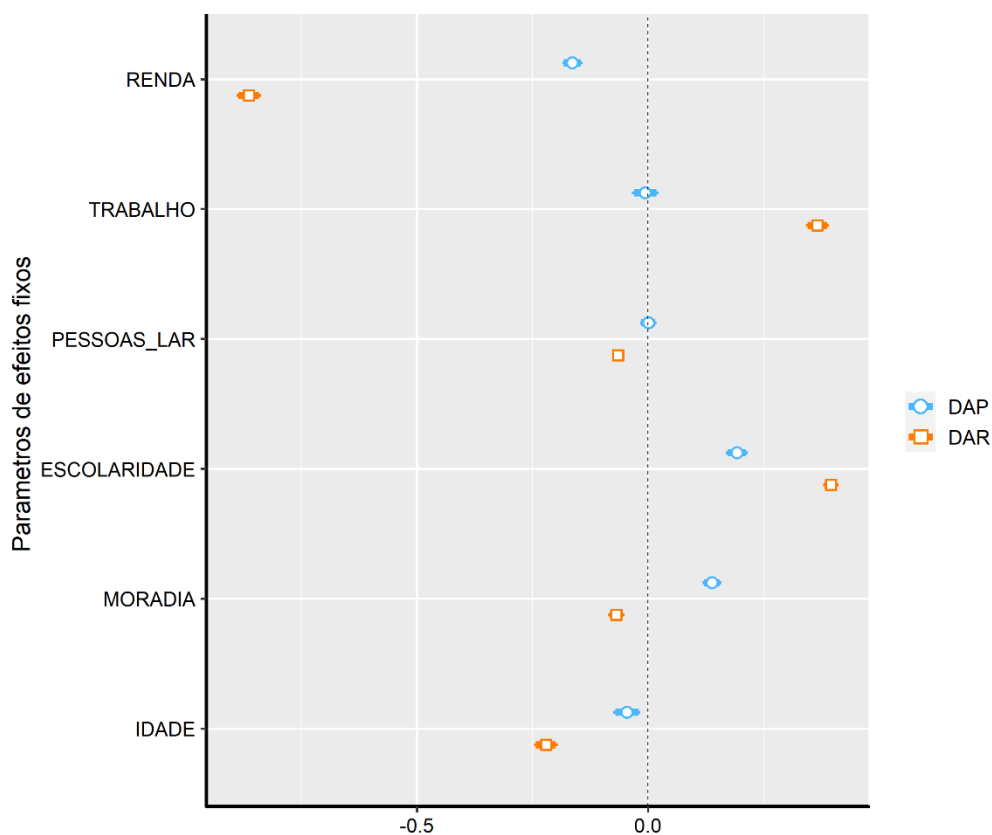
Entre os grupos sociais estudados, não observamos diferenças nas médias para a DAP (ANOVA, $F = 0.128$, $p = 0.88$; Figura 12A), mas observamos valores maiores para o público geral (R\$ 101,17), seguido da COEX (R\$ 100,50) e o grupo florindo o mundo (R\$ 64,29). Também não observamos diferenças nas médias para o DAR (ANOVA, $F = 0.128$, $p = 0.88$; Figura 12B), mas o valor foi superior para o grupo florindo o mundo (R\$ 493,69), seguido do público geral (R\$ 127,19) e a COEX (R\$ 86,50).

Figura 12- Variação entre disposição a pagar (DAP) e disposição a receber (DAR) pelas espécies ornamentais dos campos rupestres ferruginosos da Flona de Carajás entre diferentes grupos sociais da cidade de Parauapebas, Pará. COEX – Cooperativa de Extrativista; FLORINDO – Projeto Florindo o Mundo; GERAL - Público geral.



Quando investigamos se os fatores socioeconômicos influenciavam a opinião dos entrevistados, observamos que para a DAP, a renda e a idade tiveram influência negativa, enquanto a escolaridade e o tempo de moradia em Parauapebas tiveram efeito positivo. Já para a DAR, a renda, número de pessoas no lar, moradia e a idade tiveram efeito negativo, enquanto o número de anos trabalhados e o grau de escolaridade foram positivos sobre DAR (Figura 13).

Figura 13- Influência dos fatores socioeconômico dos entrevistados, na DAP e DAR pelas espécies ornamentais dos campos rupestres ferruginosos da Floresta Nacional de Carajás.



4.3 Estrutura populacional

Nas populações estudadas, foram amostradas um total de 267 indivíduos de *Catsetum discolor* em campo rupestre aberto e 607 em campo rupestre arbustivo. Para *Sobralia liliastrum* 1110 foram inventariados em campo rupestre aberto e 1533 em campo rupestre arbustivo.

4.3.1 Estrutura populacional de *Catasetum discolor*

A altura dos indivíduos entre as populações de *C. discolor*, não apresentou diferenças significativas para os dois geoambientes, no entanto, os valores foram superiores em CRAB (12.44 ± 7.71) em comparação a CRAR (10.86 ± 3.69) ($W = 220$, $p = 0.28$) (Figura 14 A). Para a cobertura, os valores foram significativamente maiores em CRAB (9.84 ± 3.25) em comparação a CRAR (7.89 ± 2.66), ($W = 220$, $p = 0.28$) (Figura 14 B). O número de agrupamentos foi maior em CRAB (0.29 ± 0.30) em comparação ao geoambientes de CRAR (0.41 ± 0.29), mas sem diferenças significativas ($W = 220$, $p = 0.28$) (Figura 14 C). Por fim, o número de indivíduos em CRAB (5.87 ± 4.00) não apresentou diferenças significativas em comparação ao CRAR (6.10 ± 3.03) ($W = 220$, $p = 0.28$) (Figura 14 D).

4.3.2 Estrutura populacional de *Sobralia liliastrum*

A altura dos indivíduos entre as populações de *S. liliastrum* estudadas nos dois geoambientes não apresentou diferenças significativas, porém os valores foram maiores em CRAR ($67,04 \pm 17,96$) em comparação com CRAB ($61,24 \pm 34,44$) ($W = 345$, $p = 0,12$) (Figura 15 A). Para a cobertura, os valores foram significativamente maiores em CRAR ($43,98 \pm 21,47$) em comparação com CRAB ($33,13 \pm 11,80$) ($W = 298,50$, $p = 0,02$) (Figura 15 B). A média do número de agrupamentos foi igual em CRAB (0.42 ± 0.19) e CRAR (0.42 ± 0.24) ($W = 447$, $p = 0.28$) (Figura 15 C). Por último, o número de indivíduos em CRAR (17.91 ± 7.71) foi significativamente superior em comparação ao CRAB (13.37 ± 6.35) ($W = 275$, $p = 0.001$) (Figura 15 D).

Figura 14 - Estrutura populacional de *Catsetum discolor* em Campo Rupestre Aberto e Campo Rupestre Arbustivo. (A) Altura dos agrupamentos; (B) Cobertura dos agrupamentos; (C) Número de agrupamento; (D) Número de indivíduos por agrupamento.

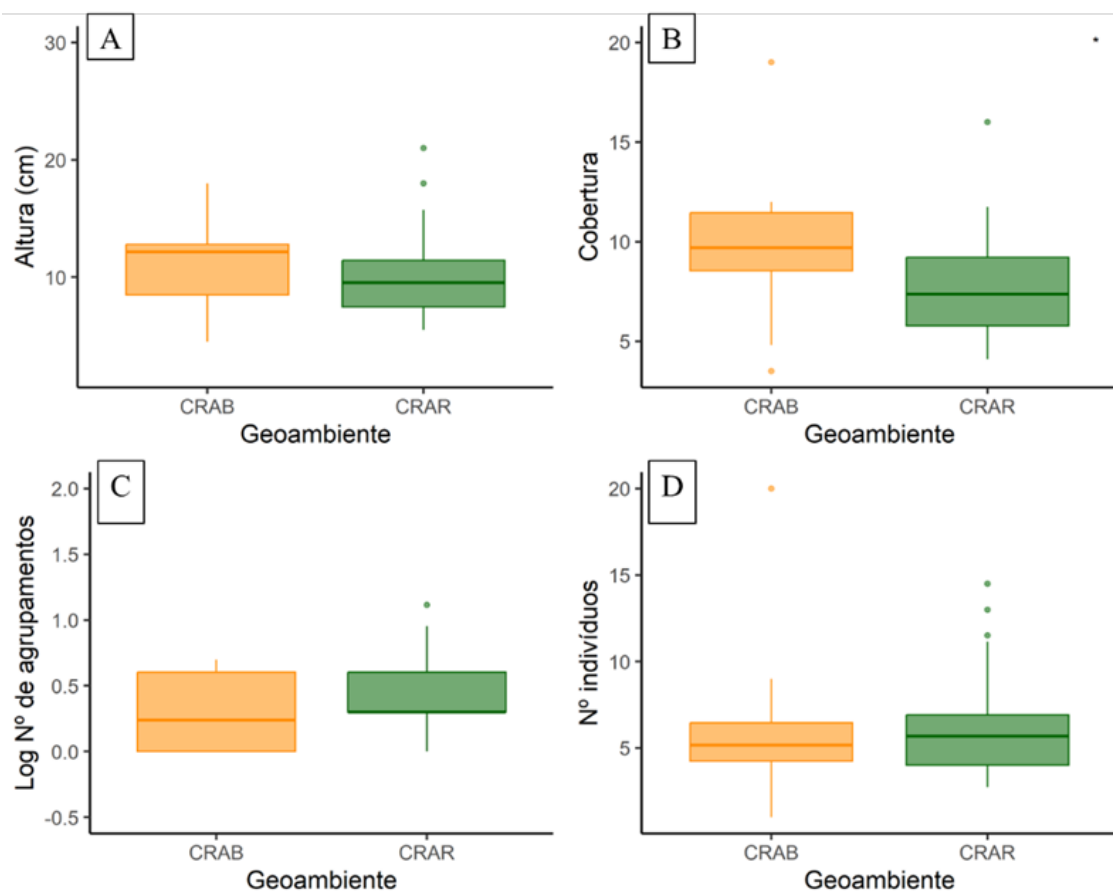
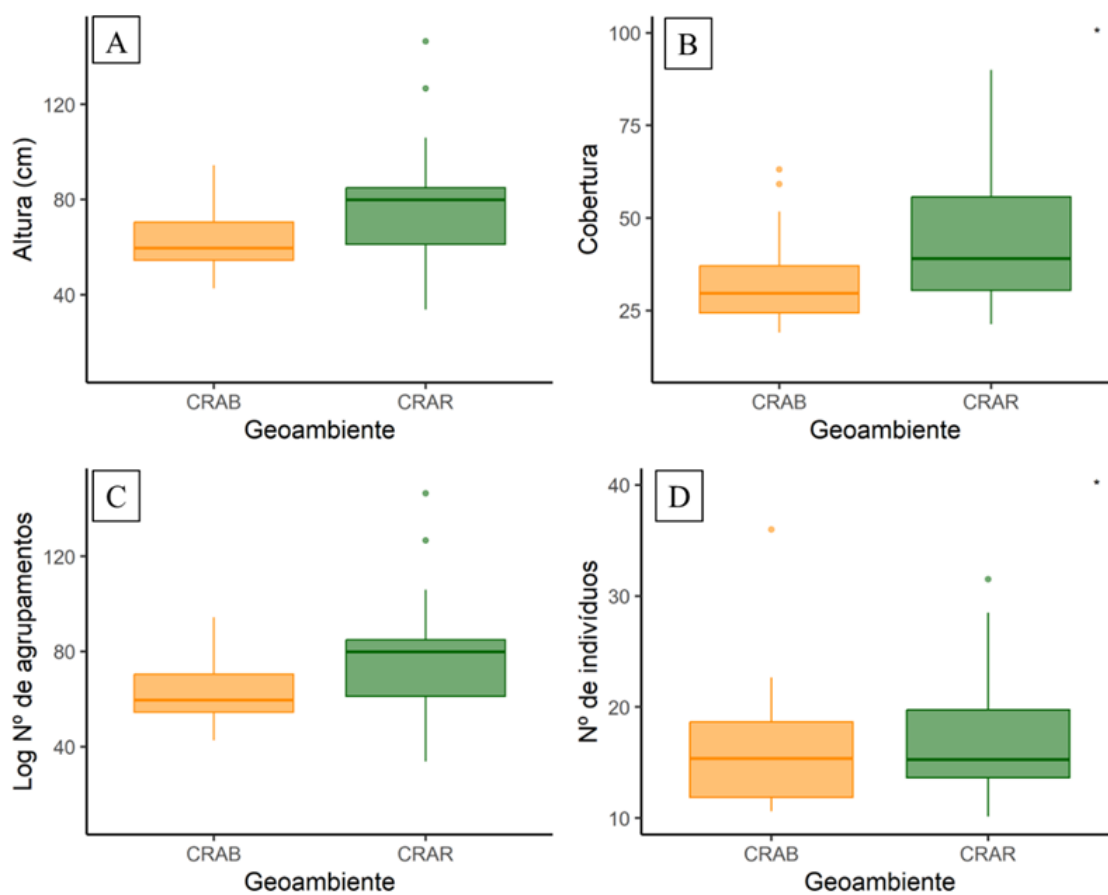


Figura 15 - Estrutura populacional de *Sobralia liliastrum* em Campo Rupestre Aberto e Campo Rupestre Arbustivo. (A) Altura dos agrupamentos; (B) Cobertura dos agrupamentos; (C) Número de agrupamento; (D) Número de indivíduos por agrupamento.



4.4 Espécies associadas

No campo rupestre aberto, os agrupamentos de *C. discolor* estavam associados à duas espécies (*Byrsonima chrysophylla* e *Pleroma carajasensis*) enquanto mais de 77% dos agrupamentos amostrados não apresentaram associação com algum tipo de espécie arbustiva. Para os campos rupestres arbustivos, os agrupamentos apresentaram associação com nove espécies, sendo *Norantea guianensis* a de maior relação no geoambiente (24%). Quanto à *S. liliastrum*, nos campos rupestres abertos, os agrupamentos apresentaram-se associados à seis arbustos, com *Mimosa acustitipula* var. *ferrea* com maior porcentagem (17%). O número de agrupamentos que não apresentaram associação foi de 64.37%. Nos campos rupestres arbustivos, agrupamentos se associaram com nove espécies arbustivas, com *Mimosa acustitipula* var. *ferrea* novamente como a de maior relação com a espécie (10%). Nesse geoambiente o número de agrupamentos não relacionados a espécies arbustivas foi menor (44.57%) (Tabela 3).

Tabela 3 - Espécies associadas aos agrupamentos de *Catsetum discolor* e *Sobralia liliastrum* em geoambiente de campo rupestre aberto e campo rupestre arbustivo, dos campos rupestres ferruginosos da Floresta Nacional de Carajás.

Espécie Ornamental	Geoambiente	Espécies associadas aos agrupamentos	% de agrupamentos associados
<i>Catsetum discolor</i>	CRAB	<i>Byrsonima chrysophylla</i>	11.36
		<i>Pleroma carajasensis</i>	11.36
		Sem associação	77.27
	CRAR	<i>Bauhinia pulchella</i>	2.04
		<i>Byrsonima chrysophylla</i>	14.29
		<i>Callisthene microphylla</i>	2.04
		<i>Cordia myrciifolia</i>	1.02
		<i>Mimosa acustitipula</i> var. <i>férrea</i>	7.14
		<i>Neea oppositifolia</i>	5.10
		<i>Norantea guianensis</i>	24.49
		<i>Pleroma carajasensis</i>	8.16
		<i>Pleroma carajasensis</i> x <i>Norantea guianensis</i>	4.08
		Sem associação	31.63
<i>Sobralia liliastrum</i>	CRAB	<i>Bauhinia pulchella</i>	3.45
		<i>Byrsonima chrysophylla</i>	2.30
		<i>Cordia myrciifolia</i>	3.45
		<i>Mimosa acustitipula</i> var. <i>férrea</i>	17.24
		<i>Norantea guianensis</i>	3.45
		<i>Pleroma carajasensis</i>	5.75
	CRAR	Sem associação	64.37
		<i>Bauhinia pulchella</i>	1.09
		<i>Byrsonima chrysophylla</i>	9.78
		<i>Cordia myrciifolia</i>	2.17
		<i>Cordia myrciifolia</i> + <i>Lippia organoides</i>	3.26
		<i>Cordia myrciifolia</i> + <i>Byrsonima chrysophylla</i>	5.43
		<i>Mimosa acustitipula</i> var. <i>férrea</i>	10.87
<i>Mimosa acustitipula</i> var. <i>ferrea</i> + <i>Anemopaegma carajasense</i>	8.70		
<i>Neea oppositifolia</i>	7.61		
<i>Pleroma carajasensis</i>	6.52		
Sem associação	44.57		

Através dos resultados ecológicos obtidos, foi possível observar que *C. discolor* não apresentou diferenças significativas para a maioria dos parâmetros populacionais investigados entre os dois geoambientes. No entanto, a espécie mostrou uma tendência de maior adaptação ecológica no geoambiente de campo rupestre aberto, principalmente pela maior cobertura dos indivíduos nos agrupamentos. Esse melhor desenvolvimento no geoambiente menos sombreado se deve, provavelmente, a característica heliófila da espécie, que prefere ambientes de borda e com luminosidade para seu desenvolvimento (FRAGA e PEIXOTO, 2004).

Além disso, a presença de pseudobulbos em *C. discolor* pode estar relacionada ao seu melhor desenvolvimento em áreas de campo rupestre aberto, visto que esta estrutura atua no armazenamento de água, favorecendo o crescimento em ambientes com deficiência hídrica e alta incidência de luz (DELBONE; ARAÚJO; PISICCHIO, 2012). Complementarmente, estudos anteriores já comprovaram que espécies do gênero *Catasetum* são tolerantes à altas taxas de luminosidade, em virtude de mecanismos fisiológicos, como células epidérmicas espessas, epiderme adaxial bem desenvolvida, e alta eficiência hídrica (CARDOSO, 2014; OLIVEIRA e SAJO, 1999).

A espécie *S. liliastrum* exibiu valores mais altos dos parâmetros ecológicos para campo rupestre arbustivo em relação ao campo rupestre aberto, sobretudo para as variáveis de cobertura e números dos indivíduos, que diferiram estatisticamente entre esses geoambientes. É provável que a vegetação arbustiva (característica do geoambiente campo rupestre arbustivo, ver Tabela 3), estabeleça uma relação de facilitação ecológica para *S. liliastrum*. Já foi demonstrado que em ecossistemas rupestres, as espécies arbustivas favorecem melhorias nas condições ambientais para o estabelecimento e desenvolvimento de outras plantas. Parte disso se deve a um maior sombreamento promovido pelas espécies de porte arbustivo que confere vantagens microclimáticas e pela formação e estruturação de ilhas de solo friável e rico em matéria orgânica e nutrientes (SCHAEFER *et al.*, 2016). Jacobi *et al.* (2008), em estudo conduzido em um ecossistema semelhante, localizado no Quadrilátero Ferrífero (MG), também observou esta relação de favorecimento que os arbustos propiciam, onde, além de sombreamento, facilitam a disponibilidade de matéria orgânica e proteção contra o vento à diversas espécies associadas, incluindo orquídeas. No geoambiente de campo rupestre aberto, as espécies se desenvolvem em fissuras do afloramento de canga, com pouco solo e alta incidência de luminosidade e temperatura.

As espécies quando submetidas a condições limitantes ao seu desenvolvimento, apresentam adaptações morfológicas e fisiológicas (OLIVEIRA e SAJO, 1999). A ausência de diferenças significativas em alguns parâmetros ecológicos como altura, número de agrupamentos, número de indivíduos (*C. discolor*) analisadas entre as populações de *C. discolor* e *S. liliastrum*, nos dois geoambientes, sugere que essas espécies possuem uma flexibilidade de crescimento, adaptando-se de maneira eficaz nas duas fitofisionomias. Essa adaptabilidade é uma característica proeminente da família Orchidaceae, que desenvolvem mecanismos morfológicos e funcionais, que as conferem a possibilidade de se ajustarem às condições edafoclimáticas específicas dos CRFs. Essas adaptações, conforme evidenciadas em trabalhos anteriores (BEZING e FRIEDMAN, 1981; CLAUDINO, 2011; OLIVEIRA e SAJO, 1999), são uma prova do caráter versátil e resiliente da família, em face das variações.

A análise da estrutura populacional das espécies nativas que ocorrem nos diferentes gradientes geoambientais dos CRFs, é particularmente relevante, considerando o avanço da mineração nessas áreas, porém estudos voltados a isso, ainda são limitados. Os componentes não madeireiros, sobretudo, espécies ornamentais, são negligenciadas em processos de valoração ambiental nessas áreas. Gerar informações sobre os aspectos ecológicos, é de suma importância neste processo, pois, os dados levantados sobre *C. discolor* e *S. liliastrum* que apresentam valor de mercado consolidado nacionalmente (SOUSA, *et al.*, 2020), podem ser aplicados na metodologia estabelecida na Instrução Normativa ICMBIO n° 8/2021, para que haja um aumento nos valores indenizatório para as futuras áreas de supressão vegetal dos CRFs da FLONA de Carajás.

6. CONCLUSÃO

Apesar de não observarmos diferenças estatísticas entre DAP e DAR, foram levantados valores consideráveis acerca das espécies, além disso, os formulários indicam uma receptividade positiva por parte da comunidade em relação às plantas ornamentais.

A aplicação da metodologia especificada no “Termo de Referência para elaboração de Inventário e valoração de produtos florestais não Madeireiros em florestas nacionais”, conforme utilizada pelo ICMBio para estimar o valor indenizatório para as seis espécies, foi inviável devido à ausência de dados ecológicos de *C. andersonii*, *E. nocturnum*, *M. scabra* e *N. guianensis*, deixando espaço para o desenvolvimento de futuros estudos nos CRFs, dedicados à essa temática, que ainda é escassa nesta região.

A estrutura populacional de *C. discolor* e *S. liliastrum* responde de forma diferente aos gradientes geoambientais dos campos rupestres ferruginosos (CRFs) da FLONA de Carajás. Estratégias ecofisiológicas de *C. discolor* relacionadas a eficiência hídrica e resistência a radiação solar direta permite uma maior distribuição dessa espécie nas formações mais abertas em relação as mais arbustivas de campos rupestre ferruginosos. Processos de facilitação ecológica decorrentes da vegetação arbustiva das formações de campo rupestre arbustivo promovem uma maior distribuição populacional de *S. liliastrum* em relação as formações mais abertas de campos rupestre ferruginosos.

As informações ecológicas sobre *C. discolor* e *S. liliastrum*, associadas aos valores monetários levantados, são de extrema relevância para uma futura integração dos dados das orquídeas na metodologia de valoração econômica de bens não madeireiros, com a consequente perspectiva de aumento no montante das indenizações financeiras a serem determinadas em futuros cálculos indenizatórios decorrentes da degradação dos recursos da Floresta Nacional de Carajás, particularmente nos CRFs.

AGRADECIMENTOS

Ao ICMBIO pelo suporte e incentivo na área da pesquisa científica, aos meus orientadores Paulo Faiad, Wendelo Costa e ao meu professor Fernando Lacerda pelas instruções e contribuições para o meu desenvolvimento e conhecimento no assunto, aos colegas Ana Beatriz, Anthony Barbosa, Jéssica Heringer, Maria Line e Thaís Gonzaga pela disposição e auxílio nas atividades de campo, à Universidade Federal Rural da Amazônia pela disponibilização do viveiro e a todos os auxiliares de campo e colaboradores que prontamente me ajudaram para realização das atividades.

REFERÊNCIAS

- ADEPOJU, A. A; SALAU, A.S. Economic Valuation Of Non-Timber Forest Products (NTFPs). University Library of Munich, Germany, **MPRA Paper**. (2007).
- ALVARENGA, L.; CARMO, F.; KAMINO, L. Uma Compensação que Não Compensa: o Caso dos Campos Ferruginosos Associados à Mata Atlântica em Minas Gerais. **Revista Magister de Direito Ambiental e Urbanístico**, v. 103, p. 5-21, 2022.
- ARRUDA, A. J. *et al.* Limited seed dispersability in a megadiverse OCBIL grassland. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 133, n. 2, p. 499-511, 2021.
- ASSIS, D. M. S. de; TAVARES MARTINS, A. C. C.; BELTRÃO, N. E. S.; SARMENTO, P. S. de M. Discrepância entre disposição a pagar e a receber pelas plantas úteis em comunidades tradicionais. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 11, n. 6, p. 725–737, 6 jul. 2020.
- BARROS, F. de. *et al.* Check-list das Orchidaceae do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica.**, v. 73, p. 287–296, 27 abr. 2018.
- BARROS, Fábio de. Diversidade taxonômica e distribuição geográfica das Orchidaceae brasileiras. **Acta botanica brasílica**, v. 4, p. 177-187, 1990.
- BENZING, D. H.; FRIEDMAN, W. E. Micotrofia: sua ocorrência e possível significado entre as orquídeas epífitas. **Selbyana**, v. 5, n.3, p. 243-247, 1981
- BRAGA, P. I. S. Aspectos biológicos das Orchidaceae de uma campina da Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v. 7, p. 5-89, 1977.
- CAMERON, K. M. *et al.* A phylogenetic analysis of the Orchidaceae: evidence from rbcL nucleotide sequences. **American Journal of Botany**, v. 86, n. 2, p. 208-224, 1999.
- CARDOSO, J. C. Levantamento de espécies da família Orchidaceae em Botucatu: potencial ornamental e cultivo. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p. 07–13, mar. 2014.
- CARMO, F. F. do; JACOBI, C. M. A vegetação de canga no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: caracterização e contexto fitogeográfico. **Rodriguésia**, v. 64, p. 527-541, 2013.
- CHASE, M. W. *et al.* An updated classification of Orchidaceae. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 177, n. 2, p. 151–174, 1 fev. 2015.
- CLAUDINO, L. O. **Estudo da diversidade genética em *Cattleya forbesii* Lindl.(Orchidaceae), propagadas in vitro, utilizando isoenzimas.** Orientadora: Claudete Aparecida Mangolin. 2011. 68 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Estadual de Maringá, Paraná, 2011.
- CORADIN, L.; CAMILLO, L. Introdução. *In*: VIEIRA, R. F. *et al.* **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: Região Centro-Oeste.** Brasília, DF: MMA, 2018., 2018. p 19.

COSTA, A. C. G. *et al.* Reproductive phenology of critical native plant species for mineland restoration in the eastern Amazon. **Plant Species Biology**, v. 38, n. 3, p. 131–143, 2023.

DELBONE, C. A. C.; ARAÚJO, R. R. de.; PISICCHIO, C. M. Estratégias Morfo Anatômicas e Fisiológicas nas Espécies Epífitas da Família Orchidaceae. XII Congresso de Educação do Norte Pioneiro. Jacarezinho, 2012. **Anais** 2012.

ENGELS, M. E.; ROCHA, L. C. F. Novos registros de distribuição geográfica em Sobralia (Orchidaceae: Epidendroideae) para a Região Centro-Oeste do Brasil. **Rodriguésia**, v. 68, p. 1483-1486, 2017.

FAJARDO, C. G.; COSTA, R. D. A.; VIEIRA, F. D. A.; MOLINA, W. F. Distribuição Espacial de *Cattleya granulosa* Lindl.: Uma Orquídea Ameaçada de Extinção. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 2, p. 164–170, 12 maio 2015.

FERNANDES, G. W. *et al.* Biodiversity and ecosystem services in the Campo Rupestre: A road map for the sustainability of the hottest Brazilian biodiversity hotspot. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 18, n. 4, p. 213-222, 2020.

FERNANDES, G.W. *et al.* Challenges for the conservation of vanishing megadiverse rupestrian grasslands. **Nat Conservacao**. 2014.

FONSECA, R. O. COMPENSAÇÃO AMBIENTAL: DA CONTRADIÇÃO À VALORAÇÃO DO MEIO AMBIENTE NO BRASIL. **Sociedade & Natureza**, v. 27, p. 209–221, ago. 2015.

FRAGA, C. N. de; PEIXOTO, A. L. Florística e ecologia das Orchidaceae das restingas do estado do Espírito Santo. **Rodriguésia**, v. 55, p. 05-20, 2004.

GARAY, L. A. On the origin of the Orchidaceae. **Botanical Museum Leaflets, Harvard University**, v. 19, n. 3, p. 57-96, 1960.

GIANNINI, T. C. *et al.* Flora of Ferruginous Outcrops Under Climate Change: A Study in the Cangas of Carajás (Eastern Amazon). **Frontiers in Plant Science**, v. 12, p. 699034, 2021.

GIULIETTI, A. M. *et al.* Edaphic endemism in the Amazon: vascular plants of the canga of Carajás, Brazil. **The Botanical Review**, v. 85, p. 357-383, 2019.

GUERRA, F. G. P. Q. *et al.* Quantificação e valoração de produtos florestais não-madeireiros. **Floresta**, v. 39, n. 2, 2009.

GUMIER-COSTA, F.; ESTEVES, E.; MARTINS, F.; STAEVIE, P. O avanço da mineração na Floresta Nacional de Carajás, Pará versus a conservação do ecossistema de Canga. **Revista Não Vale**, v. 1, p. 22–42, 23 abr. 2013.

HEIDEN, G.; BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. Considerações sobre o uso de plantas ornamentais nativas. **Ornamental Horticulture**, v. 12, n. 1, 2006.

ICMBio - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Termo de referência para elaboração de inventário e valoração de produtos florestais não madeireiros em Florestas Nacionais.** 2011.

ICMBio - INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Plano de manejo da Floresta Nacional de Carajás, V. 1:** Diagnóstico. 2016.

ICMBio -INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Plano de manejo da Floresta Nacional de Carajás, V. 2:** Planejamento. 2016.

ICMBio -INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Projeto cenários conservação de campos ferruginosos diante da mineração em Carajás.** 2018.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Instrução Normativa Nº 8/2021, de 28 de set. de 2021. Estabelece os procedimentos da Anuência para a Autorização de Supressão de Vegetação nas atividades sujeitas ao licenciamento ambiental e da emissão de Autorização de Supressão de Vegetação nas atividades não sujeitas ao licenciamento ambiental.

JACOBI, C. M.; CARMO, F. F. do; VINCENT, R. C. Estudo fitossociológico de uma comunidade vegetal sobre canga como subsídio para a reabilitação de áreas mineradas no Quadrilátero Ferrífero, MG. **Revista Árvore**, v. 32, p. 345-353, 2008.

KOCH, A. K.; MIRANDA, J. C.; HALL, C. F. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Orchidaceae. **Rodriguésia**, v. 69, n. 1, p. 165–188, mar. 2018a.

KOCH, A. K.; MIRANDA, J. C.; HALL, C. F. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Orchidaceae. **Rodriguésia**, v. 69, p. 165–188, mar. 2018b.

KRAHL, A. H. *et al.* Biologia reprodutiva e polinização em orquídeas: com ênfase em espécies brasileiras e da região amazônica-uma revisão de literatura. **Natureza on-line**, v. 13, n. 3, p. 128-133, 2015.

LIMA, A. P. G. de. **Análise potencial de extração do óleo resina de *Copaifera L* na Floresta Nacional de Carajás: uma alternativa para a COEX.** Orientadora: Andréa Siqueira Carvalho. 2018. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia florestal) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus de Parauapebas, 2018.

LIMA, R. B. de. *et al.* Valoração de componentes não madeireiros na Amazônia: metodologias de quantificação para a geração de renda. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 2, p. 561-591, 2020.

MACHNICKI-REIS, M.; ENGELS, M. E.; PETINI-BENELLI, A.; SMIDT, E. de C. O gênero *Catasetum* Rich. ex Kunth (Orchidaceae, Catasetinae) no Estado do Paraná, Brasil. **Hoehnea**, v. 42, p. 185–194, mar. 2015.

- MAIA, A. G. **Valoração de recursos ambientais**. Orientador: Ademar Ribeiro Romeiro. 2002. 199 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.
- MARTINS, Paulo Sodero. Estrutura populacional, fluxo gênico e conservação in situ. **Ipef**, v. 35, p. 71-78, 1987.
- MESSIAS, M. C. T. B *et al.* Fitossociologia de campos rupestres quartzíticos e ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, p. 230–242, mar. 2012.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2002. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC (Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000). Brasília – DF. Disponível em : [L9985 \(planalto.gov.br\)](http://L9985.planalto.gov.br).
- MOTA, N. F. de O. *et al.* Cangas da Amazônia: a vegetação única de Carajás evidenciada pela lista de fanerógamas. **Rodriguésia**, v. 69, p. 1435–1488, set. 2018.
- 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, p. 2097–2110, dez. 2015.
- OLIVEIRA, V. D. C.; SAJO, M. D. G. Anatomia foliar de espécies epífitas de Orchidaceae. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 22, n. 3, dez. 1999.
- PIRES, J.; PRANCE, G. The vegetation types of the Brazilian Amazon. 1985.
- PORTO, M. L.; SILVA, M. F. F. da. Tipos de vegetação metalófila em áreas da serra de Carajás e de Minas Gerais, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 3, n. 2, p. 13–21, dez. 1989. <https://doi.org/10.1590/S0102-33061989000200002>.
- PUGAS, M. A. R. **Valoração contingente de unidades de conservação: avaliando a DAP espontânea e induzida da população de Rondonópolis (MT) pelo horto florestal**. 2006. 130 f. Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.
- RECH, A. R.; ROSA, Y. B. C. J.; ROSA-JUNIOR, E. J. Levantamento e características ecológicas de orchidacea e da mata ciliar do rio dourados, Dourados-MS. **Revista Árvore**, v. 35, p. 717–724, jun. 2011.
- RESENDE, F. M.; FERNANDES, G. W.; COELHO, M. S. Valoração econômica do serviço de estocagem da diversidade de plantas fornecido pelos ecossistemas de campos rupestres brasileiros. **Brazilian Journal of Biology**, v. 73, p. 709-716, 2013.
- RIBEIRO, J. P. O.; PAULA-SOUZA, J. de; SILVA, C. J. da. Morfoanatomia de órgãos vegetativos de duas espécies de *Cattleya* (Orchidaceae) nativas do Brasil. **Rodriguésia**, v. 71, p. e01672017, 17 abr. 2020.

SANT'ANNA, A. C.; NOGUEIRA, J. M. Valoração econômica dos serviços ambientais das florestas nacionais. jan. 2010.

SANTANA, A. C. D. *et al.* O valor econômico da savana metalófito da Floresta Nacional de Carajás, estado do Pará: uma contribuição teórica e metodológica. **Revista Teoria e Evidência Econômica**, v. 23, n. 48, 8 set. 2017.

SANTANA, A. C. de; SALOMÃO, R. de P.; SANTANA, Á. L. de; CASTILHO, A. F. O valor econômico total da área de savana metalófito, ou “canga”, da floresta nacional de Carajás, estado do Pará: uma contribuição teórica e metodológica da avaliação contingente (Paper 361). **Papers do NAEA**, v. 1, n. 1, 18 out. 2016.

SANTANA, A. C. *et al.* O valor econômico total da área de savana metalófito, ou “canga”, da Floresta Nacional de Carajás, estado do Pará: uma contribuição teórica e metodológica da avaliação contingente. **Papers do NAEA**, v. 361, n. 1, p. 1-48, 2016.

SANTOS, A. J. *et al.* Produtos não madeireiros: conceituação, classificação, valoração e mercados. **Floresta**, v. 33, n. 2, 2003.

SANTOS, G. C. **Comunidade de fungos micorrízicos arbusculares em campos rupestres quartzíticos e ferruginosos da Serra do Espinhaço**. Orientador: Israel Marinho Pereira. 2016. 67 f. Tese (Mestrado Ciência Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2016.

SCHAEFER, C. E. *et al.* Solos desenvolvidos sobre canga ferruginosa no Brasil: uma revisão crítica e papel ecológico de termiteiros. Geossistemas Ferruginosos do Brasil: áreas prioritárias para conservação da diversidade geológica e biológica. Patrimônio cultural e serviços ambientais. Belo Horizonte, 3i editora, p. 77-102, 2015.

SILVA, M. F.F. da; SILVA, J. B. F. da. Orquídeas Nativas da Amazônia Brasileira. 2010.

SILVA, M.F.F., SECCO, R.S., LOBO, M.G.A. 1996. Aspectos ecológicos da vegetação rupestre da Serra dos Carajás, Estado do Pará, Brasil. **Acta Amazônica**.

SILVEIRA, E. C. *et al.* Flora orquidológica da Serra dos Carajás, estado do Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Botânica**, v. 11, n. 1, p. 75-87, 1995.

SILVEIRA, F.A. *et al.* 2016. Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority. **Plant Soil**, 403:129–152.

SOUSA, R. P. da S. *et al.* Ornamental potential of species from the ferruginous Campo rupestre of the Carajás National Forest, Brazilian Amazon. **Comunicata Scientiae**, v. 12, p. e3260, 29 dez. 2020.

SOUZA, E. E. O. **Produtos florestais não-madeireiros da vegetação de canga: possíveis contribuições para conservação**. Orientador: Isabel Belloni Schmidt. 2015. 114 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Ambientais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

TEJEDA-SARTORIUS, O. CARACTERÍSTICAS ORNAMENTALES DE ORQUÍDEAS SILVESTRES Y SU PROPAGACIÓN CON FINES COMERCIALES. ALTERNATIVA DE APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE *ex situ*. **Agro Productividad**, v. 10, n. 6, 2017.

YEH, Chuan-Ming *et al.* New insights into the symbiotic relationship between orchids and fungi. **Applied Sciences**, v. 9, n. 3, p. 585, 2019.