

Estrutura populacional de duas orquídeas no campo rupestre ferruginoso da Floresta Nacional de Carajás

Lígia Haira Duarte de Almeida¹

 <https://orcid.org/0009-0009-1335-4311>

*contato principal

Jéssica Araújo Heringer Ribeiro²

 <https://orcid.org/0009-0004-6216-1632>

Thaís Gonzaga de Souza³

 <https://orcid.org/0009-0008-9174-0499>

Anthony Barbosa da Silva⁴

 <https://orcid.org/0009-0007-2809-612X>

Wendelo Silva Costa¹

 <https://orcid.org/0000-0002-9801-3680>

Fernando da Costa Brito Lacerda³

 <https://orcid.org/0000-0002-9801-3680>

Paulo Jardel Braz Faiad¹

 <https://orcid.org/0009-0005-4491-4896>

¹ Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/ICMBio, Núcleo de Gestão Integrada de Carajás/NGI Carajás, Parauapebas/PA, Brasil. <ligiahaira19@gmail.com, wendelo.costa@icmbio.gov.br, paulo.faiad@icmbio.gov.br>.

² Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, Brasil. <jessica.heringer@outlook.com> .

³ Universidade Federal Rural da Amazônia, Parauapebas/PA, Brasil. <gonzagathaisufra@gmail.com, fernando.lacerda@ufra.edu.br> .

⁴ Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém/PA, Brasil. <anthony.barbosa@ufra.edu.br> .

Recebido em 15/09/2024 - Aceito em 20/01/2025

Como citar:

Almeida LHD, Ribeiro JAH, Souza TG, Silva AB, Costa WS, Lacerda FCB, Faiad PJB. Estrutura populacional de duas orquídeas no campo rupestre ferruginoso da Floresta Nacional de Carajás. Biodivers. Bras. [Internet]. 2025; 15(1): 209-221. <https://doi.org/10.37002/biodiversidadebrasileira.v15i1.2690>

Palavras-chave: *Catasetum discolor*; orquídeas rupícolas; *Sobralia liliastrum*; valoração ambiental.

RESUMO – *Catasetum discolor* e *Sobralia liliastrum* (Orchidaceae) são orquídeas nativas do campo rupestre ferruginoso da Floresta Nacional de Carajás, sudeste do Pará. A valoração dos recursos naturais nesses ambientes ainda é incipiente, pois os cálculos indenizatórios se concentram principalmente em atributos madeireiros. As espécies podem ser empregadas na metodologia de valoração ambiental do campo rupestre ferruginoso, para tal, é necessário fornecer seus dados ecológicos ao órgão ambiental licenciador. O objetivo foi avaliar a estrutura populacional de *Catasetum discolor* e *Sobralia liliastrum*, comparando variáveis ecológicas em dois geoambientes: campo rupestre aberto e campo rupestre arbustivo. Foram alocadas aleatoriamente 30 parcelas de 1 × 1 em cada geoambiente, totalizando 120 parcelas amostrais. As variáveis analisadas incluíram altura do ramo principal, cobertura do agrupamento, número de indivíduos por agrupamento e número de agrupamentos. A cobertura de *Catasetum discolor* foi maior no campo rupestre aberto, porém, as demais variáveis populacionais não apresentaram diferenças significativas entre os geoambientes. Para *Sobralia liliastrum*, a cobertura e o número de indivíduos por agrupamento foram superiores no campo rupestre arbustivo. Estratégias ecofisiológicas de *Catasetum discolor*, relacionadas à eficiência hídrica e resistência a radiação solar, podem explicar sua maior distribuição em formações abertas. Processos de facilitação ecológica associados à vegetação arbustiva, podem favorecer a maior distribuição populacional de *Sobralia liliastrum* no campo rupestre arbustivo. Os dados obtidos podem subsidiar estratégias de conservação e a inclusão de informações ecológicas na metodologia de valoração econômica de bens não madeireiros, potencialmente elevando os valores indenizatórios pela degradação do campo rupestre ferruginoso da Floresta Nacional de Carajás.

Population structure of two orchids in the ferruginous rupestrian grassland of the Carajás National Forest

Keywords: *Catasetum discolor*; environmental valuation; rock orchids; *Sobralia liliastrum*.

ABSTRACT – *Catasetum discolor* and *Sobralia liliastrum* (Orchidaceae) are orchids native to the ferruginous rupestrian grassland of the Carajás National Forest, southeastern Pará, Brazil. The valuation of natural resources in these areas is still incipient, as compensation assessments are predominantly focused on timber-related attributes. This study aimed to evaluate the population structure of *Catasetum discolor* and *Sobralia liliastrum*, comparing ecological variables in two geoenvironments: open rupestrian grasslands and shrubby rupestrian grasslands. A total of 120 sample plots (1×1 m) were randomly allocated, with 30 plots in each geoenvironment. The analyzed variables included main stem height, clump cover, number of individuals per clump, and number of clumps. *Catasetum discolor* exhibited greater cover in open rupestrian grassland, while other population variables showed no significant differences between geoenvironments. For *Sobralia liliastrum*, cover and the number of individuals per clump were higher in shrubby rupestrian grassland. The findings suggest that the ecophysiological strategies of *Catasetum discolor* and the ecological facilitation processes in shrubby vegetation favor the respective distributions of these species. These results may support conservation strategies and inform the economic valuation methodology for non-timber goods, potentially increasing compensation for the degradation of ferruginous rupestrian grassland in the Carajás National Forest.

Estructura poblacional de orquídeas en el campo rupestre ferruginoso de la Reserva Nacional de Carajás

Palabras llave: *Catasetum discolor*; orquídeas rupícolas; *Sobralia liliastrum*; valoración ambiental.

RESUMEN – *Catasetum discolor* y *Sobralia liliastrum* (Orchidaceae) son orquídeas nativas del campo rupestre ferruginoso de la Floresta Nacional de Carajás, Brasil. La valoración de los recursos naturales en estos ambientes es aún limitada, ya que se centra principalmente en atributos maderables. Este estudio tuvo como objetivo evaluar la estructura poblacional de *Catasetum discolor* y *Sobralia liliastrum*, comparando variables ecológicas en dos geoambientes: campo rupestre abierto y campo rupestre arbustivo. Se realizaron muestreos en 120 parcelas de 1×1 metro, distribuidas aleatoriamente en ambos geoambientes. Las variables analizadas incluyeron altura del tallo principal, cobertura, número de individuos y número de agrupaciones. *Catasetum discolor* mostró una mayor cobertura en el campo rupestre abierto, mientras que *Sobralia liliastrum* presentó una mayor cobertura y número de individuos en el campo rupestre arbustivo. Estas diferencias se atribuyen a las estrategias ecofisiológicas de *Catasetum discolor* y a procesos de facilitación ecológica en el caso de *Sobralia liliastrum*. Los resultados pueden contribuir a estrategias de conservación y a la inclusión de estas especies en la valoración económica de bienes no maderables.

Introdução

O campo rupestre ferruginoso (CRF) é um ecossistema raro, que ocorre sobre os platôs cobertos por afloramentos ferruginosos típicos da Serra dos Carajás e que se caracteriza por constituir um complexo de fitofisionomias predominantemente abertas [1]. Em decorrência de características geoambientais específicas, que incluem solos ácidos e pobres em nutrientes, altas concentrações de metais pesados, altas temperaturas e forte sazonalidade, o CRF abriga uma rica biodiversidade, com ocorrência de muitas espécies raras e endêmicas, de beleza cênica e potencial ornamental [2][3][4].

Na Serra dos Carajás 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 [1][5][6]. 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 [3][7][8].

O CRF da Serra dos Carajás está inserido, em sua maior parte, na Floresta Nacional (FLONA) de Carajás [7], uma unidade de conservação federal de uso sustentável, que prevê, no seu plano de manejo e decreto de criação, a extração mineral [9]. Para tal, é requerido, obrigatoriamente, um processo de licenciamento ambiental, no qual são analisados os

impactos decorrentes dessa atividade e são propostas medidas mitigatórias [10], 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 [11]. Cabe ressaltar que, em casos de impactos não mitigáveis, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação prevê a compensação das áreas afetadas [11].

A metodologia de cálculo de compensação utilizada atualmente na FLONA de Carajás prioriza, quase que absolutamente, atributos de natureza madeireira, principalmente encontrados em áreas de floresta ombrófila, o que causa valores desprezíveis para a supressão do CRF, onde o estrato vegetal predominante é o herbáceo/arbustivo [3][4][8][12]. A valoração dos recursos naturais do CRF nos procedimentos de licenciamento ambiental ainda é muito incipiente, pelo fato de que seus produtos e serviços ainda não possuem preços de mercado estabelecidos [3][10]. 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 e seus valores de comercialização para os cálculos indenizatórios de acordo com a Instrução Normativa nº 6/2024 [12].

Apesar da sua complexidade florística e importância econômica, o CRF de Carajás constitui uma das áreas mais ameaçadas em decorrência do avanço das atividades de mineração [13][14]. Diante disso, estudos botânicos e ecológicos das comunidades vegetais, que incluem 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 e mitigar perdas de biodiversidade nesse ecossistema [15][16][17].

As espécies *Catasetum discolor* (Lindl.) Lindl. e *Sobralia liliastrum* Lindl. (Orchidaceae) são orquídeas rupícolas de ampla ocorrência no CRF da FLONA de Carajás, que possuem mercado ornamental consolidado no Brasil [4][18]. O estudo sobre a estrutura populacional pode contribuir para o entendimento sobre as possíveis diferenças na distribuição dessas duas espécies nos variados geoambientes do CRF, compreender a interação entre elas e sua relação com as populações locais e os fatores ambientais circundantes [19]. As informações obtidas podem ser fornecidas ao ICMBio para auxiliar na formulação de estratégias de conservação e estabelecer critérios mais justos e precisos,

que reflitam adequadamente o impacto da atividade de mineração sobre a biodiversidade local. Além disso, dados ecológicos, como cobertura e quantidade de indivíduos, associados aos valores de mercado que as espécies já possuem, podem ser empregados na metodologia utilizada para valorar produtos florestais não madeireiros e, desta forma, contribuir para elevar os valores indenizatórios nas futuras áreas a serem mineradas. Com isso, o recurso arrecadado pode ser destinado a pesquisas voltadas ao levantamento de informações ecológicas de outros indivíduos nessas áreas.

Já foi demonstrado que muitas espécies do CRF apresentam potencial de uso não madeiro, o que contribui para a geração de renda para comunidades tradicionais e cooperativas extrativistas [4][20]. Assim, este artigo foi desenvolvido com o intuito de avaliar a estrutura populacional das orquídeas *C. discolor* (Lindl.) Lindl. e *S. liliastrum* Lindl., e comparar as variáveis ecológicas entre as espécies em dois geoambientes do CRF (campo rupestre aberto e campo rupestre arbustivo) da FLONA de Carajás, a fim de subsidiar informações técnicas para futuros procedimentos de valoração ambiental com as espécies na unidade de conservação (UC).

Material e Métodos

Caracterização da área de estudo

O estudo foi desenvolvido no CRF da FLONA de Carajás, no platô de N1. A FLONA de Carajás é uma unidade de conservação 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, no sudeste do estado do Pará [9]. A execução deste estudo foi autorizada em conformidade com o Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (Sisbio nº 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 [5].

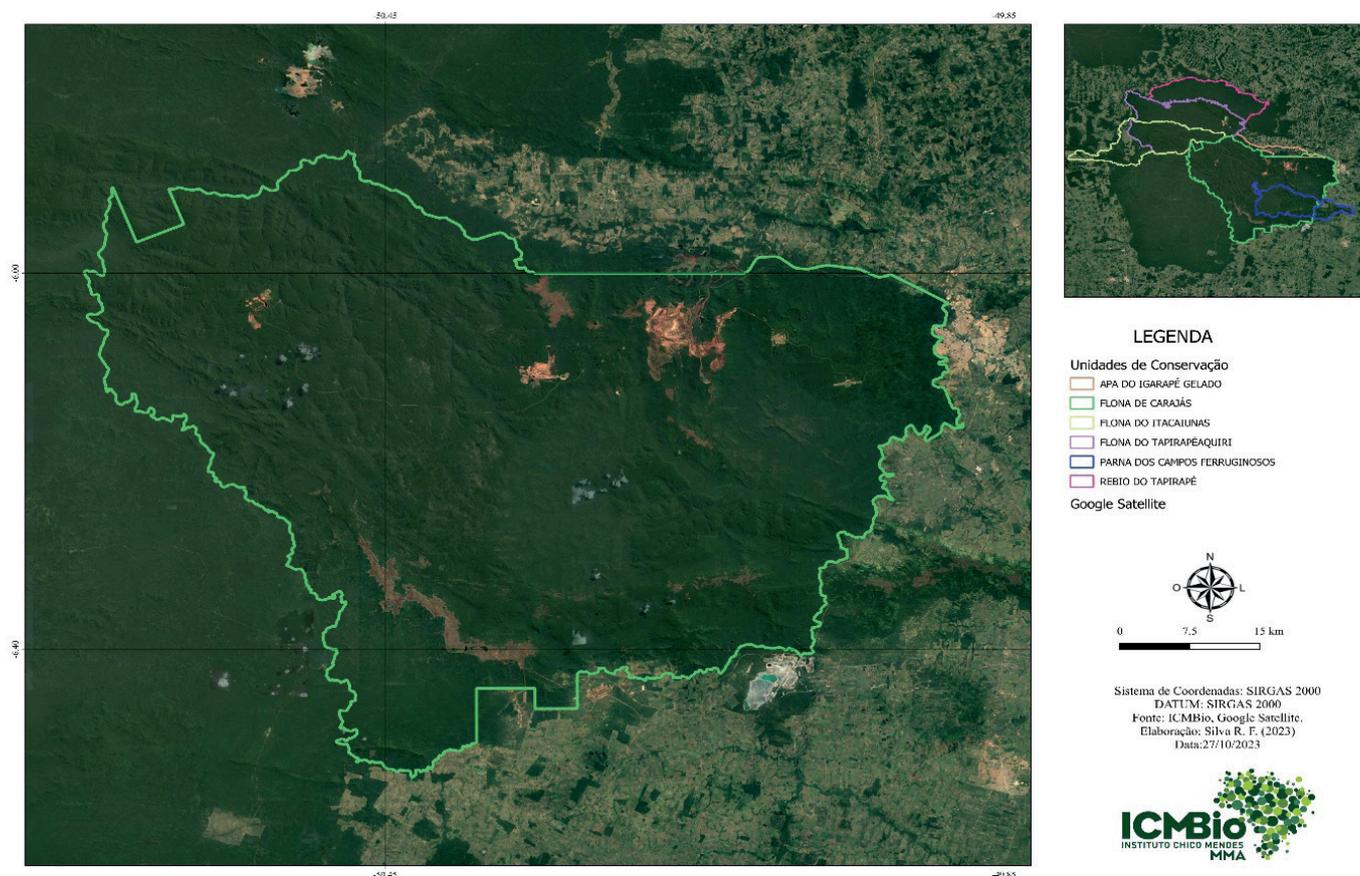


Figura 1 – Localização da FLONA de Carajás, Parauapebas, Pará. Fonte: Núcleo de Gestão Integrada NGI ICMBio Carajás.

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região é caracterizado como tropical quente úmido “Aw” de transição, revelando duas etapas distintamente 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 [2][21]. 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 [2][3]; vegetação de canga [22][23] [24]; campo rupestre ou vegetação rupestre, em razão da formação rochosa ou sub-rochosa local [25] [26]; e Complexo Rupestre Ferruginoso devido a variedade geoambiental [27]. No presente trabalho, será utilizado o termo campo rupestre ferruginoso, refletindo o consenso científico para definir o mosaico de ambientes associados a afloramentos ferruginosos [28].

O CRF da FLONA de Carajás possui diferentes fitofisionomias, especificamente, o estudo foi desenvolvido em dois: campo rupestre aberto e campo rupestre arbustivo, em virtude da maior abundância das espécies nessas áreas. O campo rupestre aberto (Figura 2A) é caracterizado como um geoambiente com vegetação aberta, que tipicamente apresenta dominância de *S. liliastrum* e *Vellozia gloucha* Pohl. O campo rupestre arbustivo (Figura 2B) é composto por arbustos de pequeno porte, onde é evidente a uniformidade na composição florística, embora haja variações em relação a abundância e predominância [14].

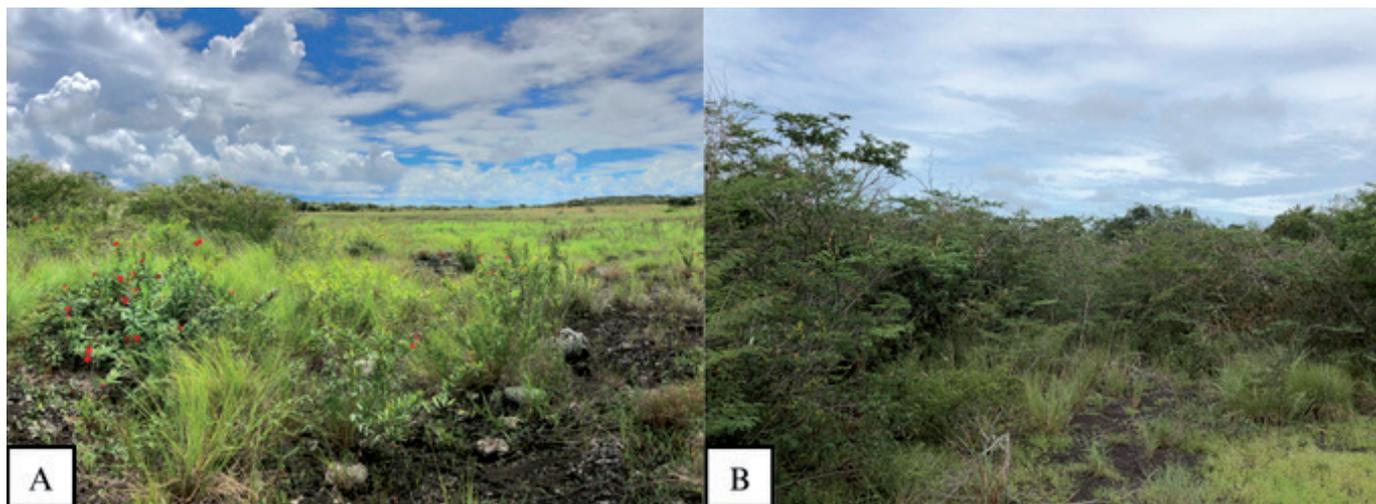


Figura 2 – Geoambientes do Campo rupestre ferruginoso da FLONA de Carajás. A = campo rupestre aberto; B = campo rupestre arbustivo.

Fonte: os autores, 2023.

Caracterização das espécies estudadas

Catasetum discolor (Lindl.) Lindl.

Catasetum Rich. ex Kunth é um gênero pertencente à família Orchidaceae, com 170 espécies reconhecidas. No Brasil, ocorre cerca de 113 espécies, das quais 36 estão localizadas no Pará [18]. Aproximadamente 80 espécies são nativas do Brasil, muitas dessas, com ampla distribuição na região amazônica [29][30].

Catasetum discolor (Lindl.) Lindl. é uma espécie amplamente distribuída na América do Sul, incluindo Guiana, Suriname, Venezuela, Colômbia e Peru. No Brasil, sua ocorrência é registrada nas regiões Norte (AM, PA, RO, RR), Nordeste (AL, BA, CE, MA, PB, PE, RN, SE), Centro-Oeste (MT) e

Sudeste (ES, RJ), predominando em áreas abertas com formações xéricas [18][31]. No CRF de Carajás há registro somente da espécie *Catasetum discolor* uma orquídea rupícola, com cerca de 10 a 20 cm de comprimento. As inflorescências atingem cerca de 40 cm de altura com número variado de flores, cujas pétalas apresentam coloração verde-amarelada [18] (Figura 3B). Quanto ao seu status de conservação, a espécie está incluída no Apêndice II da Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens Ameaçadas de Extinção (CITES). Isto significa que, embora a espécie não esteja atualmente ameaçada de extinção, pode se tornar ameaçada, caso o comércio internacional de suas partes e produtos não seja devidamente controlado [31].



Figura 3 – *Catasetum discolor* no campo rupestre ferruginoso da FLONA de Carajás. A = hábito; B = flores.

Fonte: os autores, 2023.

***Sobralia liliastrum* Lindl.**

Sobralia Ruiz & Pav. (Orchidaceae) é um gênero que engloba aproximadamente 170 espécies, distribuídas geograficamente do México à Bolívia [18]. No Brasil, são registradas cerca de 29 espécies, encontradas nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, destas espécies, 10 ocorrem no Pará, no entanto, apenas *Sobralia liliastrum* possui registro confirmado no CRF de Carajás [18].

S. liliastrum é uma erva rupícola que pode chegar a até 1,6 m de altura (Figura 4A). A espécie pode ser reconhecida pela presença das flores alvas, vistosas e pelas folhas pliçadas (Figura 4B-C). Apresenta ampla distribuição nas Serra Norte e Sul do CRF da FLONA de Carajás [14][18]. O grau de ameaça da espécie está classificado como pouco preocupante segundo o Centro Nacional de Conservação da Flora (CNFlora), o que significa que a espécie não apresenta um risco significativo de extinção [32].



Figura 4 – *Sobralia liliastrum* no campo rupestre ferruginoso da FLONA de Carajás. A = hábito; B-C) = flor.
Fonte: os autores, 2023.

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* nos geoambientes de campo rupestre aberto (CRAB) e campo rupestre arbustivo (CRAR).

Dentro de cada população (*C. discolor* e *S. liliastrum*) e em ambos os geoambientes, foram alocados de forma randomizada, 30 parcelas de 1×1 m (1m²), totalizando 120 parcelas amostrais, com distância mínima de 5 m entre cada. 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 medida, com auxílio de uma trena, a altura do ramo principal, a cobertura do agrupamento, o número de indivíduos por agrupamento e o número de agrupamentos.

Os agrupamentos das espécies estudadas foram avaliados quanto à associação com a vegetação arbustiva. Para isso, foram registrados os agrupamentos que estavam próximos à arbustos, sendo esses classificados como “com associação”. Essa categorização foi realizada com o objetivo de avaliar possíveis influências do sombreamento nas populações estudadas. Por outro lado, os agrupamentos que estavam próximos a rochas ou Poaceae foram classificados como “sem associação”, por não oferecem sombreamento significativo.

A identificação botânica das demais espécies foi realizada em campo por profissionais especializados 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*: 10.111/boj.12385 [33].

Análise estatística

As comparações entre as variáveis ecológicas 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 normalizados 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.

Resultados

Nas populações estudadas, foram amostrados um total de 267 indivíduos de *Catasetum discolor* em campo rupestre aberto e 607 indivíduos em campo

rupestre arbustivo. Para *Sobralia liliastrum* 1.110 indivíduos foram inventariados em campo rupestre aberto e 1.533 indivíduos em campo rupestre arbustivo.

Estrutura populacional de *Catasetum discolor*

A altura dos indivíduos entre as populações de *C. discolor*, não apresentou diferenças significativas para os dois geoambientes CRAB (12.1) e CRAR (9.55) ($W = 220$, $p = 0.28$) (Figura 5A). Para a cobertura, os valores foram significativamente maiores em CRAB (9.70) em comparação a CRAR (7.36), ($W = 220$, $p = 0.28$) (Figura 5B). O número de agrupamentos não apresentou diferenças entre os geoambientes CRAB (0.24) e CRAR (0.30) ($W = 220$, $p = 0.28$) (Figura 5C). Por fim, o número de indivíduos em CRAB (5.17) não apresentou diferenças significativas em comparação ao CRAR (5.68) ($W = 220$, $p = 0.28$) (Figura 5D).

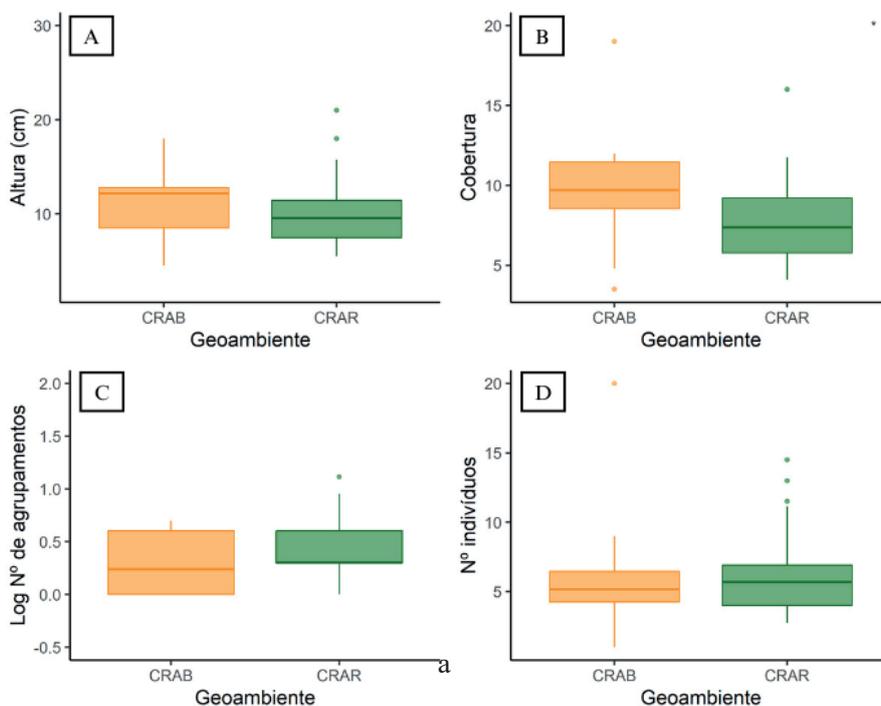


Figura 5 – Estrutura populacional de *Catasetum discolor* em campo rupestre aberto (CRAB) e campo rupestre arbustivo (CRAR). A = altura dos agrupamentos; B = cobertura dos agrupamentos; C = número de agrupamento; D = número de indivíduos por agrupamento.

Estrutura populacional de *Sobralia liliastrum*

A altura dos indivíduos entre as populações de *S. liliastrum* estudadas nos dois geoambientes não apresentou diferenças significativas entre CRAR (81.25) e CRAB (59.40) ($W = 345$, $p = 0.12$) (Figura 6A). Para a cobertura, os valores foram

significativamente maiores em CRAR (37.15) em comparação com CRAB (29.60) ($W = 298,50$, $p = 0,02$) (Figura 6B). A média do número de agrupamentos foi igual em CRAB (0.39 ± 0.19) e CRAR (0.47) ($W = 447$, $p = 0.28$) (Figura 6C). Por último, o número de indivíduos em CRAR (15.12) foi significativamente superior em comparação ao CRAB (11.75) ($W = 275$, $p = 0.001$) (Figura 6D).

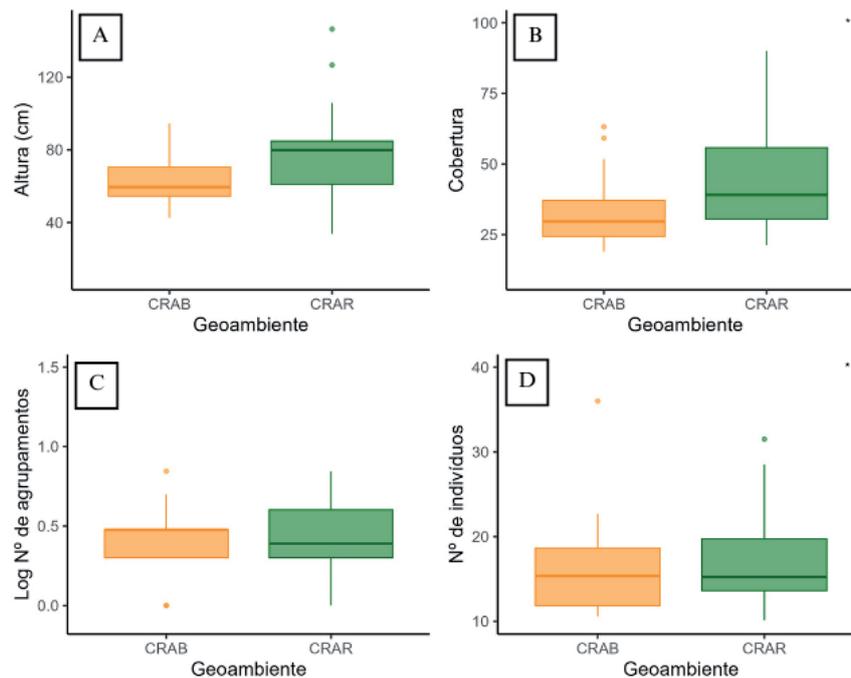


Figura 6 – Estrutura populacional de *Sobralia liliastrum* em campo Rupestre aberto (CRAB) e campo rupestre arbustivo (CRAR). A = altura dos agrupamentos; B = cobertura dos agrupamentos; C = número de agrupamento; D = número de indivíduos por agrupamento.

Espécies arbustivas associadas aos agrupamentos de *Catasetum discolor* e *Sobralia liliastrum*.

No CRAB, mais de 77% dos agrupamentos de *C. discolor* não apresentaram associação com espécies arbustivas. Entre os agrupamentos que apresentaram associação, duas espécies foram identificadas: *Byrsonima chrysophylla* Kunth (11,36%) e *Pleroma carajasensis* K.Rocha, R.Goldenb. & F.S.Mey. (11,36%). Já no CRAR, os agrupamentos de *C. discolor* estiveram associados a nove espécies arbustivas, com destaque para *Norantea guianensis* Aubl., que apresentou a maior relação no geoambiente (24%).

Para *S. liliastrum*, no CRAB, 64,37% dos agrupamentos não apresentaram associação com espécies arbustivas. Entre os agrupamentos associados, seis espécies foram identificadas, sendo *Mimosa acustitipula* var. *ferrea* a de maior representatividade (17%). No CRAR, os agrupamentos de *S. liliastrum* se associaram a nove espécies arbustivas, com *Mimosa acustitipula* var. *ferrea* novamente destacando-se como a principal espécie associada (10%). Nesse geoambiente, o número de agrupamentos que não apresentaram associação foi menor, representando 44,57%, conforme indicado na Tabela 1.

Tabela 1 – Espécies associadas aos agrupamentos de *Catasetum discolor* e *Sobralia liliastrum* nos geoambientes de campo rupestre aberto e arbustivo da FLONA de Carajás.

Espécie ornamental	Geoambiente	Espécies arbustivas associadas	% de agrupamentos associados
<i>Catasetum 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>ferrea</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>ferrea</i>	17.24
		<i>Norantea guianensis</i>	3.45
		<i>Pleroma carajasensis</i>	5.75
		Sem associação	64.37
	CRAR	<i>Bauhinia pulchella</i>	1.09
		<i>Byrsonima chrysophylla</i>	9.78
		<i>Cordia myrciifolia</i>	2.17
		<i>Cordia myrciifolia</i> + <i>Lippia origanoides</i>	3.26
		<i>Cordia myrciifolia</i> + <i>Byrsonima chrysophylla</i>	5.43
		<i>Mimosa acustitipula</i> var. <i>ferrea</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

Discussão

Através dos resultados obtidos, foi possível observar que *C. discolor* não apresentou diferenças significativas para a maioria das variáveis populacionais investigadas entre os dois geoambientes. No entanto, a espécie mostrou uma tendência de maior adaptação no geoambiente de CRAB, principalmente pela maior cobertura dos indivíduos nos agrupamentos. Esse melhor desenvolvimento no geoambiente menos sombreado se deve, provavelmente, à característica heliófila da espécie, que prefere ambientes de borda e com luminosidade para seu desenvolvimento [34].

Além disso, a presença de pseudobulbos em *C. discolor* pode estar relacionada ao seu melhor desenvolvimento em áreas de CRAB, visto que esta estrutura atua no armazenamento de água, favorecendo o crescimento em ambientes com deficiência hídrica e alta incidência de luz [35]. Complementarmente, estudos anteriores já comprovaram que espécies do gênero *Catasetum* são tolerantes a altas taxas de luminosidade, em virtude de mecanismos morfológicos e anatômicos, como células epidérmicas espessas e epiderme adaxial bem desenvolvida, além de características fisiológicas, como alta eficiência hídrica [36][37].

A espécie *S. liliastrum* exibiu valores significativamente mais altos para as variáveis de cobertura e número de indivíduos no CRAR, em comparação ao CRAB, conforme evidenciado na Tabela 1. É provável que a vegetação arbustiva 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 [38]. 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 [14].

Um estudo conduzido em um ecossistema semelhante, localizado no Quadrilátero Ferrífero (MG), corrobora essas observações. Verificou-se que a vegetação arbustiva não apenas oferece sombreamento, mas também facilita a disponibilidade de matéria orgânica e proteção contra o vento a diversas espécies associadas, incluindo orquídeas [38]. Em contraste, no geoambiente de CRAB, *S. liliastrum* e outras espécies se desenvolvem em fissuras do afloramento de canga, onde as condições ambientais, como solo raso, alta incidência de luminosidade e temperatura elevadas tornam o estabelecimento e desenvolvimento das plantas mais desafiadores [14].

As espécies, quando submetidas a condições limitantes ao seu desenvolvimento, apresentam adaptações morfológicas e fisiológicas [37]. A ausência de diferenças significativas em altura, número de agrupamentos e 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 nos dois geoambientes. Essa adaptabilidade é uma característica proeminente de representantes da família Orchidaceae, que desenvolvem mecanismos morfológicos e funcionais que conferem a possibilidade de se ajustarem às condições edafoclimáticas específicas, como as do CRF. Essas

adaptações, conforme evidenciadas em trabalhos anteriores [37][39][40], são uma prova do caráter versátil e resiliente da família em face das variações ambientais.

A análise da estrutura populacional das espécies nativas que ocorrem nos diferentes gradientes geoambientais do CRF é particularmente relevante, considerando o avanço da mineração nessas áreas. Porém, estudos voltados a esse tema ainda são limitados. Os componentes não madeireiros, sobretudo espécies ornamentais, são negligenciados em processos de valoração ambiental nessas áreas. Gerar informações sobre os aspectos ecológicos é de suma importância para subsidiar estratégias de conservação. Além disso, os dados levantados sobre *C. discolor* e *S. liliastrum*, que apresentam valor de mercado consolidado nacionalmente [4], podem ser aplicados na metodologia para valoração de produtos não madeireiros estabelecida na Instrução Normativa ICMBIO nº 8/2021, para que haja um aumento nos valores indenizatórios para as futuras áreas de supressão vegetal do CRF da FLONA de Carajás.

Conclusão

A estrutura populacional de *Catsetum discolor* e *Sobralia liliastrum* apresenta respostas distintas aos gradientes geoambientais do CRF da FLONA de Carajás, evidenciando suas estratégias ecofisiológicas e interações com o ambiente. Enquanto *C. discolor* demonstrou maior aptidão para se estabelecer em áreas abertas provavelmente devido à sua elevada eficiência hídrica e resistência à radiação solar, *S. liliastrum* apresentou maior distribuição populacional em formações arbustivas, possivelmente devido aos processos de facilitação ecológica promovidos pela vegetação arbustiva.

Os dados obtidos neste estudo destacam a importância de compreender as dinâmicas populacionais das espécies em ecossistemas ferruginosos, para subsidiar ações de manejo e conservação. Além disso, as informações ecológicas geradas podem ser incorporadas em metodologias de valoração ambiental, subsidiando a elaboração de estratégias mais robustas e o aprimoramento da metodologia, especialmente em áreas sujeitas a atividades minerárias, como o CRF da FLONA de Carajás.

Agradecimentos

Ao NGI ICMBio Carajás e à Funtec/DF, pelo financiamento do projeto de pesquisa. Ao PIBIC ICMBio, por oportunizar o desenvolvimento científico e formação de especialistas nas unidades de conservação brasileiras.

Referências

- Giulietti AM, Giannini TC, Mota NFO, Watanabe MTC, Viana PL, Pastore M, et al. Edaphic Endemism in the Amazon: Vascular Plants of the canga of Carajás, Brazil. *Bot Rev*. [Internet]. Outubro de 2019 [citado em 08 de janeiro de 2025]; 85(4):357–83. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12229-019-09214-x>.
- Porto ML, Silva MFF da. Tipos de vegetação metalófila em áreas da serra de Carajás e de Minas Gerais, Brasil. *Acta Bot Bras*. [Internet]. Dezembro de 1989 [citado em 08 de janeiro de 2025]; 3:13–21. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-33061989000200002>.
- Santana ACD, Salomão RP, Santana ÁLD, Castilho AF, Gomes SC. O valor econômico da savana metalófila da Floresta Nacional de Carajás, estado do Pará: uma contribuição teórica e metodológica. *Rev Teor E Evidência Econômica*. [Internet]. Setembro de 2017 [citado em 27 de março de 2023]; 23(48). DOI: <https://doi.org/10.5335/rtee.v23i48.7358>.
- Sousa RP da S, Costa WS, Matos P e S, Carvalho AS, Martins FD, Torres KR. Ornamental potential of species from the ferruginous Campo rupestre of the Carajás National Forest, Brazilian Amazon. *Comun Sci*. [Internet]. Dezembro de 2020 [citado em 29 de agosto de 2024]; 12:e3260. DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v12.3260>.
- Martins FD, Kamino LHY, Ribeiro KT. Projetos cenários: Conservação dos campos ferruginosos diante da mineração em Carajás. 1.ed. Tubarão-SC: Copiart; 2018. 467 p.
- Nascimento D da CB, Rosa DLS, Soares EM, Neves ASS, Paula MV da S. Mineralogical characteristics and applications of iron ore from the mineral province of Carajás: a review. *RSD* [Internet]. Junho de 2022 [citado em 10 de setembro de 2024]; 11(7):e59811730254. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i7.30254>.
- Chaves P, Ferreira L. O efeito da sazonalidade da precipitação na florística e na estrutura da regeneração natural dos campos rupestres da Serra Norte de Carajás, Pará, Brasil. *bcnaturais* [Internet]. Abril de 2017 [citado em 10 de setembro de 2024]; 11(1):103-16. DOI: <http://dx.doi.org/10.46357/bcnaturais.v11i1.463>.

8. Gumier-Costa F, Esteves E, Martins F, Staeve P. O avanço da mineração na Floresta Nacional de Carajás, Pará versus a conservação do ecossistema de Canga. *Rev Não Vale*. [Internet]. Abril de 2013 [citado em 22 de junho de 2024]; 1:22-42. Disponível em: [Revista] Não Vale - edição IV - Justiça nos Trilhos.
9. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio. Plano de Manejo da Floresta Nacional de Carajás: Volume I – Diagnóstico. Brasília: ICMBio, 2016.[citado em 10 de agosto de 2024]. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/amazonia/lista-de_cs/flonadecarajas/arquivos/dcom_icmbio_plano_de_manejo_flona_carajas_volume_i.pdf/view
10. Alvarenga LJ, Carmo FF, Kamino LHY. Uma compensação que não compensa: o caso dos Campos Ferruginosos associados à Mata Atlântica em Minas Gerais. *Rev Magister Dir Ambient Urb* [Internet]. Agosto de 2022 [citado em 22 de junho de 2024]; 103:5-21. Disponível em: *Revista Magister de Direito Ambiental e Urbanístico - Biblioteca - Poder Judiciário de Santa Catarina*
11. Ministério do Meio Ambiente. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC (Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000) [Internet]. Brasília (DF); 2002[citado em 23 de junho de 2024]. Disponível em: [L9985https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm)
12. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Instrução Normativa nº 8/2021/GABIN/ICMBio, de 28 de setembro de 2021. Estabelece os procedimentos para emissão de Anuência para Autorização de Supressão de Vegetação nas atividades sujeitas ao licenciamento ambiental e para emissão de Autorização de Supressão de Vegetação nas atividades não sujeitas ao licenciamento ambiental [Internet]. Brasília (DF): 2021 [citado em 10 agosto 2024]. Disponível em: [InstruoNormativa8.pdf](#)
13. Fernandes GW, Barbosa NPU, Negreiros D, Paglia AP. Challenges for the conservation of vanishing megadiverse rupestrian grasslands. *Nat Conserv* [Internet]. Novembro de 2014 [citado em 10 de agosto de 2024]; 2(12), 162-165. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ncon.2014.08.003>
14. Carmo FF do, Kamino LHY. Geossistemas Ferruginosos do Brasil: áreas prioritárias para conservação da diversidade geológica e biológica, patrimônio cultural e serviços ambientais [Internet]. Belo Horizonte: 3i editora; 2015 [citado em 10 de agosto de 2024]. p. 77-102. Disponível em: <https://repositorio.icmbio.gov.br/handle/cecav/367>
15. Carmo FF do, Jacobi CM. A vegetação de canga no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: caracterização e contexto fitogeográfico. *Rodriguésia* [Internet]. Setembro de 2013 [citado em 11 de setembro de 2024]; 64(3):527-41. DOI: <https://doi.org/10.1590/S2175-78602013000300005>
16. da Costa ACG, Vasconcelos LV, de Lima CT, Caldeira CF, Zappi DC, Giulietti AM, Watanabe MTC. Reproductive phenology of critical native plant species for mineland restoration in the eastern Amazon. *Plant Species Biol* [Internet]. Maio de 2023 [citado em 11 Set 2024]; 38(3):131-43. DOI: <https://doi.org/10.1111/1442-1984.12406>
17. Santos GC. Comunidade de fungos micorrízicos arbusculares em campos rupestres quartzíticos e ferruginosos da Serra do Espinhaço [Dissertação Mestrado]. Diamantina: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri; 2016 [citado em 11 de setembro de 2024]. 67 f. Disponível em: *Comunidade de fungos micorrízicos arbusculares em campos rupestres quartzíticos e ferruginosos da Serra do Espinhaço*
18. Koch AK, Miranda JC, Hall CF. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Orchidaceae. *Rodriguésia* [Internet]. Março de 2018 [citado em 10 Set 2024]; 69(1):165-88. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201869115>
19. Martins PS. Estrutura populacional, fluxo gênico e conservação in situ. *Ipef* [Internet]. Abril de 1987 [citado em 10 de setembro 2024]; 35:71-8. Disponível em: <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr35/cap05.pdf>
20. Souza, E. E. O. Produtos florestais não-madeireiros da vegetação de canga: possíveis contribuições para conservação. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Brasília: Universidade de Brasília; 2015 [citado em 12 de setembro de 2024]. 114f. Disponível em: <http://bdm.unb.br/handle/10483/12648>
21. Silva MFF, Secco RS, Lobo MGA. Aspectos ecológicos da vegetação rupestre da Serra dos Carajás, Estado do Pará, Brasil. *Acta Amaz* [Internet]. Março de 1996 [citado em 10 de setembro de 2024]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-43921996261044>
22. Giannini TC, Acosta AL, Costa WF, Miranda L, Pinto CE, Watanabe MTC, et al. Flora of ferruginous outcrops under climate change: a study in the Cangas of Carajás (Eastern Amazon). *Front Plant Sci* [Internet]. Setembro de 2021 [citado em 10 de setembro de 2024]; 12:699034. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34557210/>. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.699034>

23. Mota NFO, Watanabe MTC, Zappi DV, Hiura AL, Pallos J, Viveros RS, et al. Cangas da Amazônia: a vegetação única de Carajás evidenciada pela lista de fanerógamas. *Rodriguésia* [Internet]. Julho de 2018 [citado em 11 de setembro de 2024]; 69(3):1435-88. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201869336>.
24. Viana PL, Mota NFO, Gil ASB, Salino A, Zappi DC, Harley RM, et al. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: história, área de estudos e metodologia. *Rodriguésia* [Internet]. 2016 [citado em 12 de setembro de 2024]; 67(5 spe):1107-24. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-7860201667501>
25. Pires JM, Prance GT. The vegetation types of the Brazilian Amazon. Em: *Amazonia: Key Environments*. New York: Pergamon Press [Internet]. Janeiro de 1985 [citado em 11 de setembro de 2024]. p. 109-45. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scieloOrg/php/reflinks.php?refpid=S00096725200700030001300006&lng=en&pid=S0009-67252007000300013>
26. Silva MC, Secco RD, Lobo MD. Aspectos ecológicos da vegetação rupestre da Serra dos Carajás, Estado do Pará, Brasil. *Acta Amaz.* [Internet]. 1996 [citado em 11 de setembro de 2024]; 26:17-44. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-43921996261044>
27. Nunes JA, Schaefer CEGR, Júnior WGF, Neri AV, Correa GR, Enright NJ. Soil-vegetation relationships on a banded ironstone 'island', Carajás Plateau, Brazilian Eastern Amazonia. *Anais Acad Bras Cienc* [Internet]. Outubro de 2015 [citado em 20 de setembro de 2024]; 87:2097-110. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0001-376520152014-0106>
28. Silveira FAO, Negreiros D, Barbosa NPU, Buisson E, Carmo FF, Carstensen DW, et al. Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority. *Plant Soil* [Internet]. Agosto de 2016 [citado em 20 de setembro 2024]; 403(1/2):129-52. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-015-2637-8#citeas>. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-015-2637-8>
29. Barros F de. Diversidade taxonômica e distribuição geográfica das Orchidaceae brasileiras. *Acta Bot Bras* [Internet]. Julho de 1990 [citado em 20 de setembro 2024]; 4(1):177-87. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-33061990000100013>
30. Machnicki-Reis M, et al. O gênero *Catasetum* Rich. ex Kunth (Orchidaceae, Catasetinae) no Estado do Paraná, Brasil. *Hoehnea* [Internet]. 2015 [citado em 11 de setembro de 2024]; 42(1):185-94. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2236-8906-44/2014>.
31. Sistema da Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBR). Disponível em: < *Catasetum discolor* | SiBBR >. Acesso em 16 de janeiro de 25.
32. CNCFlora. *Sobralia liliastrum* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em: https://proflora.jbrj.gov.br/html/Sobralia%20liliastrum_2012.html. Acesso em 16 janeiro 2025.
33. Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2016 [citado em 16 de janeiro de 2025];181(1):1-20. doi:10.1111/boj.12385
34. Fraga CN de, Peixoto AL. Florística e ecologia das Orchidaceae das restingas do estado do Espírito Santo. *Rodriguésia* [Internet]. Janeiro de 2004 [citado em 11 de setembro de 2024];55(84):5-20. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2175-78602004558401>.
35. Silva MFF da, Silva JB da. Orquídeas nativas da Amazônia Brasileira. [Internet]. 2. ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi; 2010 [citado em 11 de setembro de 2024]. Disponível em: <https://repositorio.museu-goeldi.br/handle/mgoeldi/1500.pdf>
36. Cardoso JC. Levantamento de espécies da família Orchidaceae em Botucatu: potencial ornamental e cultivo. *Hortic Bras* [Internet]. Janeiro de 2014; 32(1):7-13. [citado em 12 de setembro de 2024]. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0102-05362014000100002>.
37. Oliveira V del C, Sajo MG. Anatomia foliar de espécies epífitas de Orchidaceae. *Braz J Bot* [Internet]. Dezembro de 1999 [citado em 12 de setembro de 2024]; 22(3):365-74. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-84041999000300003>.
38. Jacobi CM, Carmo FF, Vincent RC. Estudo fitossociológico de uma comunidade vegetal sobre canga como subsídio para a reabilitação de áreas mineradas no quadrilátero ferrífero, MG. *Rev Árvore* [Internet]. 2008 [citado em 12 de setembro de 2024]; 32(2):345-53. Disponível em: <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/11221>
39. Benzing D, Friedman W. Mycotrophy: its occurrence and possible significance among epiphytic Orchidaceae. *Selbyana* [Internet]. Agosto de 1981 [citado em 12 de setembro de 2024]; 5(3/4):243-7]. Disponível em: <https://journals.flvc.org/selbyana/article/view/119735>.
40. Claudino LO. Estudo da diversidade genética em *Cattleya forbesii* Lindl. (Orchidaceae), propagadas in vitro, utilizando isoenzimas. [Dissertação de Mestrado]. Maringá: Universidade Estadual de Maringá; 2011. 68 f. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/1391>

Biodiversidade Brasileira – BioBrasil.

Fluxo Contínuo e Edição Temática:

Gestão do Conhecimento e Sociobiodiversidade das Áreas Protegidas de Carajás
n.1, 2025

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR>

Biodiversidade Brasileira é uma publicação eletrônica científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMbio) que tem como objetivo fomentar a discussão e a disseminação de experiências em conservação e manejo, com foco em unidades de conservação e espécies ameaçadas.

ISSN: 2236-2886

