



Guia de coleta de sementes e protocolos de germinação

Espécies de interesse para
conservação das cangas
de Carajás



Guia de coleta de sementes e protocolos de germinação

Espécies de interesse para conservação das cangas de Carajás



Coordenação

Fernando M. G. Santos, Allysson B. Cavalcante, André L. R. Cardoso, Cecilio Caldeira, César de Sá Carvalho Neto, Diego F. Escobar, Fernando A. O. Silveira, Lourival Tyski, Marcilio Zanetti, Rubio O. Morais

Levantamentos de Dados e Elaboração de Textos

André L. R. Cardoso, Cecilio Caldeira, Cesar Neto Carvalho, Diego F. Escobar, Fernando A. O. Silveira, Fernando M. G. Santos, Herval Vieira P. Junior, Larissa A. C. Muller, Lourival Tyski, Marcilio Zanetti, Rubio O. Morais

Fotografias

André L. R. Cardoso, Cristiano V. Vidal, Darles Silva, Diego Escobar, Fernando M. G. Santos, Herval Vieira P. Junior, Lourival Tyski, Marcilio Zanetti, Pedro L. Viana

Projeto Gráfico e Diagramação

Morena S. Tomich Santos

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G943 Guia de coleta de sementes e protocolos de germinação: espécies de interesse para conservação das cangas de Carajás. / Coordenação: Fernando M. G. Santos ... [et. al.]. Nova Lima: Bioma Meio Ambiente, Vale, 2023. 166 p. : il. color., 21x30cm

ISBN (eletrônico) 978-85-94365-11-8
DOI 10.29223/BOOK.Vale.Bioma.2023.01

1. Carajás (PA) - canga. 2. Conservação - canga. 3. Coleta de sementes. 4. Germinação. I. Santos, Fernando M. G. coord. II. Cavalcante, Allysson B. coord. III. Cardoso, André L. coord. IV. Caldeira Júnior, Cecilio Frois. coord. V. Carvalho Neto, César de Sá. coord. VI. Escobar, Diego F. coord. VII. Silveira, Fernando A. O. coord. VIII. Tyski, Lourival. coord. IX. Zanetti, Marcilio. coord. X. Morais, Rubio O. coord. XI. Vale S.A. XII. Instituto Tecnológico Vale - Belém (PA). XIII. Bioma Meio Ambiente. XIV. Título.

CDD 23. ed. 577

Eddie Carlos Saraiva da Silva – Bibliotecário / CRB 2 – 058P

Vale S.A.

Diretoria de Licenciamento de Minério de Ferro | Gerência de Estudos e Licenciamento Ambiental Corredor Norte
Diretoria de Saúde e Segurança e Meio Ambiente e Risco Operacional Norte |
Gerência de Meio Ambiente Corredor Norte
Diretoria de Soluções Baseadas na Natureza | Gerencia Reserva Natural Vale
ITV DS – Instituto Tecnológico Vale Desenvolvimento Sustentável
faleconosco@vale.com

BIOMA MEIO AMBIENTE LTDA

Alameda do Ingá, 840/1001, Vale do Sereno
34006-042, Nova Lima, MG - Brasil
contato@biomameioambiente.com.br

Copyright©2023 Coordenadores

As fotos e os textos deste livro podem ser reproduzidos desde que solicitada autorização aos autores/coordenadores ou ao seu representante legal.

Vale S.A.
Bioma Meio Ambiente

Guia de coleta de sementes e protocolos de germinação

Espécies de interesse para conservação das cangas de Carajás

Nova Lima, MG
Vale S.A.
2023



Figura 01. Visão geral de um Campo Graminoso em Carajás (Fonte: F. Santos).

Prefácio

O território de Carajás se destaca por abrigar a maior extensão de floresta amazônica contínua no sudeste do Pará. Essa conquista é resultado da criação e efetivação das seis Unidades de Conservação de Carajás, complementadas por uma Terra Indígena, que são fundamentais para salvaguardar e preservar a rica biodiversidade da região. Essas áreas protegidas funcionam como verdadeiros refúgios para espécies da fauna e flora que estão ameaçadas, desempenhando um papel crucial na sustentação dos processos e serviços ecossistêmicos.

Esse território tem a peculiaridade de possuir grandes jazidas minerais com empreendimentos ativos no interior da Floresta Nacional de Carajás e do Tapirapé-Aquiri, conseqüentemente, os desafios que abrangem a coexistência entre a mineração e a conservação da biodiversidade são evidentes. Diante desse contexto, é fundamental o envolvimento participativo de todos os atores na busca por inovações que possam minimizar os impactos socioambientais e potencializar os ganhos para a sociobiodiversidade. Ao longo dos últimos anos, a realização de parcerias e o envolvimento de diferentes setores da sociedade tem sido fundamental para o desenvolvimento e



difusão de boas práticas de gestão da biodiversidade implementadas em Carajás.

Sem dúvidas, um dos pilares imprescindíveis que torna esse desafio mais palpável é a gestão do conhecimento, na qual diferentes saberes e atores se encontram para a construção de uma gestão territorial participativa. Essa integração entre diferentes saberes é fundamental para adaptar estratégias de acordo com os novos conhecimentos, o que gera oportunidades de conservação da biodiversidade, de desenvolvimento socioeconômico e a melhoria da qualidade de vida das pessoas afetadas direta ou indiretamente.

Todavia, a mera existência de pesquisas e dados por si só, muitas vezes, não é suficiente para se extrair informações utilizáveis de forma ágil e precisa. Quando tais informações não são devidamente organizadas e sistematizadas para atender as mais distintas necessidades, sua utilização torna-se difícil, demorada e consideravelmente ineficaz. Nesse sentido, tão importante quanto a fase de produção, são as fases de disseminação e compartilhamento do conhecimento gerado.

Por isso, a importância de publicações como o *Guia de Sementes e Protocolos de Germinação de Espécies de Interesse para Conservação das Cangas de Carajás* que traz um olhar sobre a flora endêmica e outras espécies presentes nos Campos Rupestres Ferruginosos de Carajás. Ao longo das próximas páginas, nos deparamos com uma série de métodos, protocolos e técnicas de germinação e conservação da espécie que dão embasamento para a multiplicação de programas de restauração ecológica.

Essa difusão de conhecimento contribui para a disseminação de informações sobre protocolos bem-sucedidos ao mesmo tempo em que aprimora o conhecimento científico acerca da flora de Carajás. Tal movimento se expande para além dos laboratórios e da comunidade acadêmica, alcançando a sociedade em geral e mobilizando diversos públicos para atuarem na conservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos.

André Luís Macedo Vieira
Dr. em Ciências Ambientais e Conservação
Chefe do NGL ICMBio Carajás



Figura 02. Rio de Canga (Fonte: A. Cardoso).



Figura 03. Sementes de *Mimosa acutistipula* var. *ferrea* em placa de Petri (Fonte: M. Zanetti).

Sumário

Apresentação	13
Campos Rupestres Ferruginosos das Serras dos Carajás	19
Como adquirir as sementes	
<i>Planejamento, técnicas de coleta, beneficiamento e conservação das sementes</i>	43
Desenvolvendo os protocolos de germinação	59
Como usar este Guia	65
Protocolos de germinação	71
Acanthaceae	
<i>Ruellia anamariae</i> A.S.Reis, A.Gil & C. Kameyama	73
Asteraceae	
<i>Cavalcantia glomerata</i> (G.M.Barroso & R.M.King) R.M.King & H.Rob.	75
<i>Cavalcantia percymosa</i> R.M.King & H.Rob.	77
<i>Lepidaploa arenaria</i> (Mart. ex DC.) H.Rob.	79
<i>Lepidaploa paraensis</i> (H.Rob.) H.Rob.	81
<i>Monogereion carajensis</i> G.M.Barroso & R.M.King	83
<i>Parapiqueria cavalcantei</i> R.M.King & H.Rob.	85
<i>Praxelis asperulacea</i> (Baker) R.M.King & H.Rob.	87
Bignoniaceae	
<i>Anemopaegma carajasense</i> A.H. Gentry ex Firetti-Leggieri & L.G. Lohmann	89

Bromeliaceae	
<i>Dyckia duckei</i> L.B.Sm.	91
Convolvulaceae	
<i>Ipomoea carajasensis</i> D.F. Austin	93
<i>Ipomoea cavalcantei</i> D.F. Austin	95
Cyperaceae	
<i>Bulbostylis cangae</i> C.S. Nunes & A. Gil	97
<i>Eleocharis pedroviana</i> C.S. Nunes, R. Trevis. & A. Gil	99
<i>Hypolytrum paraense</i> M.Alves & W.W.Thomas	101
Eriocaulaceae	
<i>Eriocaulon carajense</i> Moldenke	103
<i>Paepalanthus fasciculoides</i> Hensold	105
Fabaceae	
<i>Bauhinia pulchella</i> Benth.	107
<i>Chamaecrista desvauxii</i> (Collad.) Killip	109
<i>Mimosa acutistipula</i> var. <i>ferrea</i> Barneby	111
<i>Mimosa dasilvae</i> A.S.Silva & R.Secco	113
<i>Mimosa skinneri</i> var. <i>carajarum</i> Barneby	115
Gentianaceae	
<i>Chelonanthus purpurascens</i> (Aubl.) Struwe et al.	117
Gesneriaceae	
<i>Sinningia minima</i> A.O.Araujo & Chautems	119
Melastomataceae	
<i>Brasilianthus carajensis</i> Almeda & Michelangeli	121
<i>Pleroma carajasense</i> K.Rocha, R.Goldenb. & F.S.Mey	123
<i>Tibouchina edmundoi</i> Brade	125
Poaceae	
<i>Axonopus carajasensis</i> Bastos	127
<i>Axonopus longispicus</i> (Döll) Kuhlm.	129

<i>Paspalum cangarum</i> C.O. Moura, P.L.Viana & R.C. Oliveira	131
<i>Paspalum carajasense</i> S.Denham	133
<i>Paspalum cinerascens</i> (Döll) A.G.Burm. & C.N.Bastos	135
<i>Sporobolus multiramosus</i> Longhi-Wagner & Boechat	137
<i>Trachypogon spicatus</i> (L.f.) Kuntze	139
Rubiaceae	
<i>Borreria carajasensis</i> E.L.Cabral & L.M.Miguel	141
<i>Borreria elaiosulcata</i> E.L. Cabral & L.M. Miguel	143
<i>Borreria semiamplexicaule</i> E.L. Cabral	145
<i>Carajasia cangae</i> R.M.Salas, E.L. Cabral & Dessen	147
<i>Mitracarpus carajasensis</i> E.L. Cabral, Sobrado & E.B. Souza	149
Velloziaceae	
<i>Vellozia glauca</i> Pohl	151
Xyridaceae	
<i>Xyris brachysepala</i> Kral	153
Referências bibliográficas	155



Figura 04. *Carajasia cangae* R.M.Salas, E.L.Cabral & Dessein em seu habitat sobre canga (Fonte: F. Santos).



Apresentação

Na década de 1960, a *United States Steel* (USS), então a maior siderúrgica do mundo, começou um programa de exploração mineral no Brasil. Neste esforço, o geólogo Breno A. dos Santos foi contratado para comandar a equipe de prospecção de alvos e teve acesso a fotos aéreas do Projeto Araguaia, desenvolvido pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM). Em meio às fotos, havia o registro de uma região que lhe chamou a atenção, pois apresentava clareiras com vegetação aberta englobadas pela floresta amazônica, o que levantava a possibilidade da presença de afloramentos rochosos na região próxima a Marabá/PA. No dia 31 de julho de 1967, durante uma parada para abastecimento dos helicópteros da expedição, em uma dessas clareiras, Breno martelou blocos de rocha e descreveu: “O pó marrom-avermelhado indicava que a crosta da clareira correspondia a uma canga de minério de ferro”. Este foi o primeiro registro dos platôs de Carajás, embora relatos desde o século XVIII mencionem a existência de serras com vegetação rasteira nas proximidades do rio Itacaiúnas, no que hoje é a conhecida Serra Sul ou platô de S11.

Após esta primeira visita, Carajás transformou-se em uma das maiores províncias minerais do mundo e alvo de pesquisas das mais diversas disciplinas, entre elas de botânicos do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) que realizaram coletas botânicas na região menos de dois anos após a descoberta de Carajás. Estas coletas foram lideradas pelo Dr. Paulo Cavalcante e culminaram nas descrições de diversas espécies endêmicas, homenageando-o como *Parapiqueria cavalcantei* R.M.King & H.Rob, *Cavalcantia glomerata* R.M.King & H.Rob e *Ipomoea cavalcantei* D.F. Austin.

A paisagem da região mudou drasticamente ao longo dos anos devido ao crescimento populacional impulsionado pelos grandes projetos minerários que se implantaram em Carajás. Estes projetos estão ao redor da área de proteção inicialmente criada como uma área militar e que, somente em 1998, foi elevada a Unidade de Conservação com a criação da Floresta Nacional (FLONA) de Carajás. Atualmente, a FLONA Carajás, Unidade de Conservação de Uso Sustentável, de acordo com o SNUC, tem entre seus objetivos a mineração e a conservação. Embora possam parecer princípios antagônicos, a definição de áreas para a conservação e exploração mineral dentro da UC onde a mineração, uma atividade extrativista, precisa ser reconhecida como sustentável, requer a aplicação de regras para o licenciamento ambiental e para a gestão da UC que considerem estes princípios (Martins et al. 2018). Todavia, a contínua exploração mineral em Carajás tem trazido questionamentos sobre o tamanho das áreas e a viabilidade das populações remanescentes das espécies endêmicas e restritas aos campos rupestres, sendo necessária a adoção de ações focadas na conservação *in situ* e *ex situ* para garantir que os riscos de extinção sejam minimizados e a preservação da biodiversidade de Carajás seja garantida.

Neste sentido, o livro *Guia de Sementes e Protocolos de Germinação de Espécies de interesse para Conservação das Cangas de Carajás* surgiu como uma iniciativa estratégica da Vale, cujo foco vem sendo o desenvolvimento de projetos focados no conhecimento acerca da Flora endêmica de Carajás e na sua conservação. Neste Guia, o objetivo principal é promover o desenvolvimento de protocolos de germinação e a possibilidade de estocagem de sementes em bancos de germoplasma envolvendo as espécies endêmicas dos Campos Rupestres Ferruginosos de Carajás.

A iniciativa começou dentro do Projeto Espécies Endêmicas – Busca e Ecologia, ainda em 2016, quando foram iniciadas prospecções e estudos ecológicos direcionados para as espécies endêmicas, tendo como um de seus objetivos realizar a coleta de sementes dessas espécies das cangas de Carajás e produzir protocolos de germinação



Figura 05. Fruto de *Ipomoea cavalcantei* D.F.Austin dispersando (Fonte: L. Tyski).

(Ampla Engenharia, 2018). O trabalho da germinação foi tema da dissertação de mestrado de Marcilio Zanetti sob a orientação do professor Fernando Augusto Oliveira Silveira da Universidade Federal de Minas Gerais. Durante sua dissertação, Marcilio desenvolveu 48 protocolos de germinação utilizando o nicho térmico entre 15°C e 40°C para determinadas espécies endêmicas dos campos rupestres de Carajás, incluindo 18 espécies endêmicas restritas das Cangas (segundo Giulietti et al. 2019). Adicionalmente, também realizou experimentos de quebra de dormência de 17 espécies do total avaliado (Zanetti, 2019).

Em 2019, o projeto se expandiu especificamente para a produção de protocolos de germinação de todas as espécies endêmicas das cangas de Carajás, através do contrato *Estudos de germinação de sementes de espécies nativas de interesse para a conservação registradas nas áreas operacionais da Vale*. Desde então, o projeto vem sendo executado pela Bioma Meio Ambiente em parceria com o professor Fernando Silveira da UFMG e culminou na publicação de um trabalho compilado destes resultados com o acréscimo dos experimentos de estocagem de sementes por 24 meses para 24 das 48 espécies estudadas na dissertação (Zanetti et al. 2020).



Figura 06. Pesquisador em atividade de coleta de sementes (Fonte: Bioma).

Posteriormente, a produção dos protocolos continuou junto com a Bioma, UFMG e ainda em parceria com a equipe da Vale na execução do Plano de Gestão da Biodiversidade de Carajás e do ITVDS. Nesta etapa, estudos complementares com determinadas espécies permitiram ampliar a diversidade de espécies presentes no Guia. Assim, pretende-se, num futuro próximo, concluir o objetivo final de produzir protocolos de germinação e armazenamento para 100% das espécies endêmicas edáficas das cangas de Carajás.

Acreditamos que é possível conciliar o desenvolvimento econômico e a preservação de recursos ambientais, mas isso depende de um planejamento adequado para uma convivência racional entre a mineração e a conservação ambiental dentro das Unidades de Conservação que existem na FLONA Carajás. Esperamos dar a nossa parcela de contribuição ao processo ao gerar uma ferramenta para aprimorar e ampliar o conhecimento sobre as sementes e protocolos de germinação das espécies endêmicas de Carajás. Assim como no caso do *Guia de Sementes e Protocolos de Germinação de Espécies de Interesse para Conservação das Cangas de Carajás*, ver essa obra na mão de profissionais que atuam diretamente em campo, alunos de universidades e o público geral é a nossa maior recompensa por saber que este esforço continuará gerando frutos e que suas sementes serão colhidas pelas próximas gerações.

O Guia visa subsidiar equipes em campo na identificação, na coleta das sementes no período adequado, no condicionamento, beneficiamento, armazenamento e também a desenvolver protocolos para germinação das espécies de interesse. Para isso, fornecemos imagens das espécies, e suas sementes para auxiliar sua identificação em campo, um calendário de coleta de sementes, protocolos de coletas, condicionamento, beneficiamento, armazenamento e o protocolo de germinação das espécies.

O Guia está estruturado em quatro principais capítulos: (i) parte introdutória, nas páginas iniciais, sem tarjas coloridas na margem, é apresentada a introdução geral sobre campos rupestres com foco nas cangas de Carajás. Em seguida, dois capítulos metodológicos, sem tarjas coloridas na margem, onde são apresentadas (ii) as técnicas de coleta e armazenamento de sementes, juntamente com os métodos que permitiram caracterizar os lotes de sementes e (iii) os protocolos de germinação das espécies. Finalmente, (iv) o quarto capítulo apresenta informações biológicas, germinativas e fotografias de cada espécie em ordem alfabética por família botânica com tarjas coloridas na margem, cada cor representando uma família.

Os autores



Figura 07. Visão geral do mar de nuvens nas Serras de Carajás logo nas primeiras horas do dia (Fonte: F. Santos).



Campos Rupestres Ferruginosos das Serras dos Carajás

As Serras dos Carajás são formadas por um conjunto de serras de origem pré-cambriana recortadas e alinhadas segundo a direção W-NW e E-SE que destaca-se na paisagem pelas elevações entre 500 e 700 m de altitude com topos ligeiramente aplainados. Este complexo montanhoso está localizado no sudeste do estado do Pará, incluindo partes dos municípios de São Felix do Xingu, Ourilândia do Norte, Curionópolis, Eldorado dos Carajás, Parauapebas, Canaã dos Carajás e Água Azul do Norte (Silva, 2006).

Esta região também é conhecida por abrigar a Província Mineral de Carajás que, desde meados dos anos 80, tem sido notadamente um dos principais polos minerários do mundo, sobretudo de minério de Ferro, contendo também depósitos importantes de manganês, cobre, bauxita, níquel, ouro e zinco. Em Carajás existem as maiores reservas de ferro de alta qualidade do mundo, com cerca de 18 bilhões de toneladas, e teores entre 60 e 67% Fe (Dardenne & Schobbenhaus, 2003). Nos estudos que definiram o Distrito Ferrífero de Carajás, a Serra dos Carajás foi

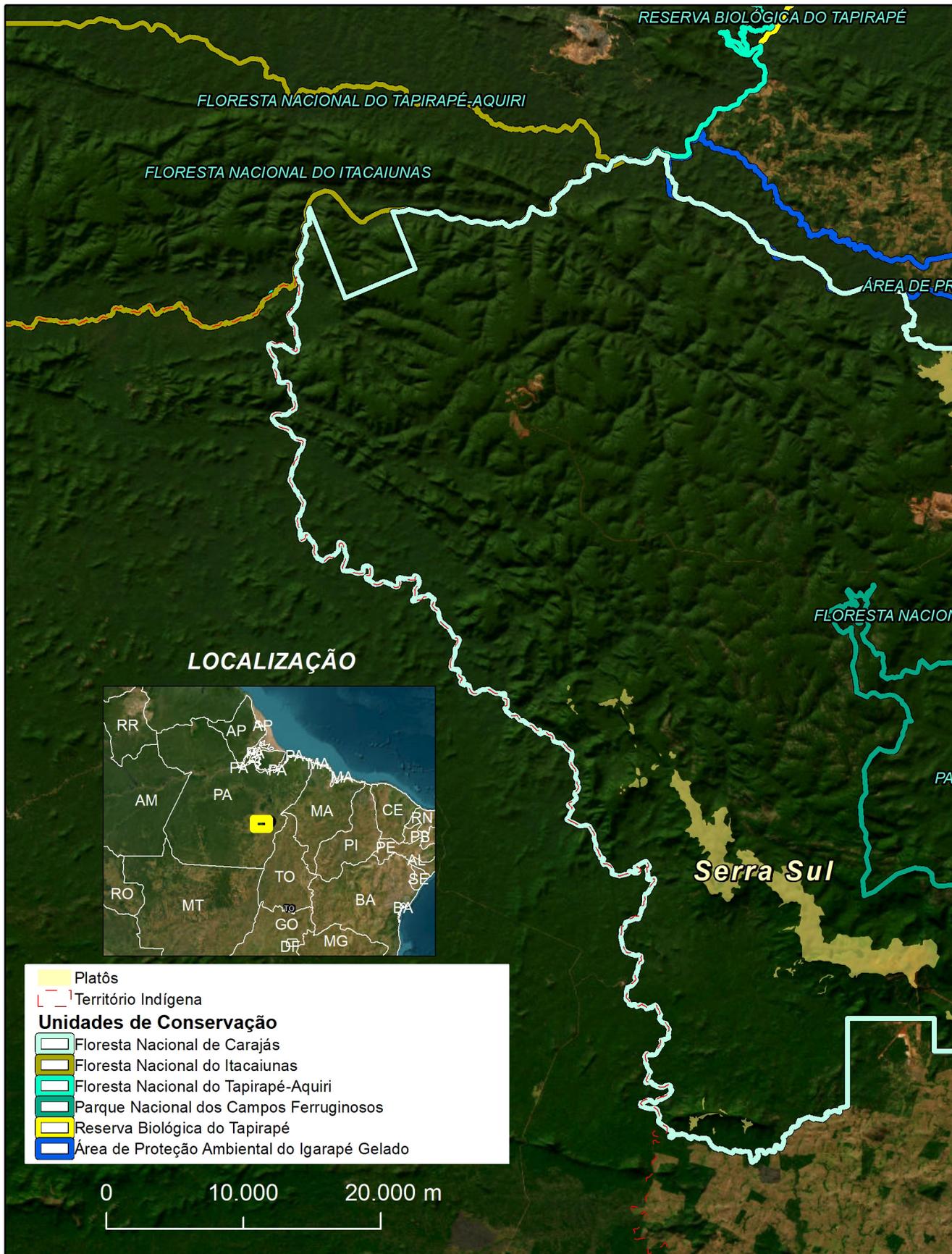




Figura 08. Mapa com a localização das principais Serras que compõem a região de Carajás.

setorizada em quatro conjuntos principais de serras (Figura 07): Serra Norte (platôs N1 a N9); Serra Sul (platôs S1 a S45); Serra Leste (platôs SL1 a SL3) e Serra de São Félix (platôs SF1 a SF3). Alguns platôs recebem nomes específicos, como a Serra da Bocaina e Serra do Tarzan, ambas pertencentes à Serra Sul (Resende & Barbosa, 1972).

Hoje, parte da Província Mineral de Carajás está rodeada por um conjunto de áreas protegidas composto por seis Unidades de Conservação (UC's) e uma terra indígena, que juntas formam um bloco de aproximadamente 1,2 milhões de hectares, considerado o maior fragmento de floresta amazônica contínua do sudeste do Pará. Por outro lado, o entorno das unidades de conservação é caracterizado por uma matriz de áreas antropizadas e um contexto de elevada vulnerabilidade sócio-ambiental oriundos da implementação dos grandes projetos minerais na região (Vieira et al. 2018). Nesse conjunto, as Florestas Nacionais de Carajás e do Tapirapé-Aquirí apresentam a particularidade de possuírem grandes jazidas minerais em exploração no seu interior, o que gera muitos desafios para a conservação. Finalmente, adjacente à região, está o Parque Nacional dos Campos Ferruginosos, que foi criado como uma medida compensatória dos processos minerários visando proteger os Campos Rupestres Ferruginosos da região (Vieira et al. 2018).

Os topos das serras de Carajás são cobertos pela vegetação rasteira denominada de campos rupestres e ocorrem como ilhas de altitude entremeadas por uma matriz contínua de floresta de baixada nas áreas ainda preservadas (Schaefer, 2008). Campo rupestre (*sensu* Silveira et al. 2016) é definido como um mosaico de vegetação montana, gramíneo-arbustiva e propensa ao fogo, que se estabelece sobre solos quartizíticos, areníticos ou ferruginosos, ou seja, formação ferrífera bandada, como itabiritos e couraças, localmente conhecida como canga (Jacobi et al. 2007), podem ainda ser encontrados afloramentos rochosos juntamente com areias brancas, solos pedregosos e campos sujeitos ao encharcamento sazonal (vide Prancha de habitats, Figura 09). Manchas de cerrado, matas de galeria e matas relíquias de topo de morro (Capões de Mata) também ocorrem na paisagem do campo rupestre. O Campo Rupestre é uma vegetação que ocorre imersa em quase todos os biomas do Brasil (Miola et al. 2021), mas as áreas que ocorrem sobre substrato ferruginoso são concentradas no Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais, na região do Maciço do Urucum no Mato Grosso do Sul e na Serra de Carajás no Pará.

Um mapeamento do uso do solo da região do Sudeste do Pará, considerando todas as Serras de Carajás, estimou a existência de aproximadamente 13.500 ha de



Figura 09. Campos Rupestres (CR) no Brasil; 09.1: CR no Parque Estadual do Itacolomi (MG); 09.2: CR no Parque Estadual de Grão Mogol (MG); 09.3: CR com Capões de Mata Parque Nacional da Serra do Cipó (MG); 09.4: CR Ferruginoso com Campo Brejoso em área doliniforme na Serra de São Felix (PA); 09.5: Afloramento rochoso com vegetação típica de Caatinga na região de Carajás (Mina do Sossego); 09.6: CR Ferruginoso nas Serra Sul em Carajás (S11D); 09.7: Afloramento granítico circundado por Floresta Ombrofila na FLONA Carajás (Mirante da Harpia); 09.8: CR Quartzítico com elementos do Cerrado no Parque Estadual da Serra dos Martírios e Andorinhas (PA). (Fonte: F. Santos).

Campos Rupestres Ferruginosos e 180.500 ha de Campos Rupestres não-ferruginosos (Mendonça, 2015). Neste contexto de alta heterogeneidade vegetacional é preciso lembrar: Carajás é um grande ecótono, de encruzilhada de biomas, de intenso fluxo gênico na paisagem fragmentada, heterogênea, nas zonas lindeiras (Schaefer et al. 2018). Onde a Floresta Amazônica se torna menos ombrófila, os Campos Rupestres sobre solos areníticos se entremeiam entre os Campos Rupestres Ferruginosos dos Platôs da FLONA Carajás e do Parque Nacional dos Campos Ferruginosos. A leste, limitada pelos rios Araguaia-Tocantins, estão os Campos Rupestres Quartizíticos entremeados pelas primeiras manchas do Cerrado Central que toma conta da paisagem, como no Parque Estadual da Serra das Andorinhas e dos Martírios. A Oeste, encontramos a Serra de Campos, último platô ferruginoso das Serras de Carajás nas margens do Rio Xingu. Ao sul desta região são encontrados os Campos Rupestres Ferruginosos do Araguaia que estão próximos aos municípios de Redenção e Rio Maria, às margens do Rio Araguaia, destacando-se por se tratar de formações ferríferas de baixa altitude, diferentemente dos platôs registrados na FLONA Carajás e adjacências. Ao norte encontramos a Serra do Bacajá (Hirata et al. 1982). Portanto, podemos dizer que a região de Carajás, rica em habitats, fisionomias e ecossistemas, é caracterizada por uma zona de tensão ecológica.

O nome Campo Rupestre foi originalmente proposto por Magalhães (1966) para designar a vegetação graminosa ou campestre nos topos da Serra do Espinhaço, leste do Brasil, quando reconheceu de forma inédita a composição única de espécies e endemismo da flora. Entretanto, foi somente quando Joly (1970) introduziu o termo em seu livro sobre a vegetação do Brasil que o campo rupestre foi reconhecido em nível nacional. Em seguida, os trabalhos taxonômicos e florísticos conduzidos pela Dra. Ana Maria Giulietti, primeiramente com a equipe de botânicos da Universidade de São Paulo (1987) na Serra do Cipó (Sul da Cadeia do Espinhaço), quando identificou 1.590 espécies em uma área menor que 200km². Posteriormente, Giulietti e colaboradores (1997) forneceram o primeiro relato abrangente da vegetação e biogeografia da Cadeia do Espinhaço e estimaram que existiam 4.000 espécies ali.

Anos após desbravar os Campos Rupestres do Espinhaço, a Dra. Ana Maria Giulietti, agora como pesquisadora do Instituto Tecnológico Vale para o Desenvolvimento Sustentável (ITVDS), liderou, junto o Dr. Pedro Viana do Museu Emilio Goeldi, um dos maiores estudos botânicos realizados no país que culminou na única flora completa publicada da Amazônia Brasileira com monografias para todas as famílias botânicas englobando Angiospermas, Gimnospermas, Licófitas, Pteridófitas e Briófitas, intitulada

a *Flora das Cangas de Carajás* (Viana et al. 2018) com 856 espécies de fanerógamas (Mota et al. 2018), 186 de samambaias e licófitas (Salino et al. 2018) e 89 de musgos e hepáticas (Oliveira-da-Silva & Ilkiu Borges, 2018).

Após a *Flora de Carajás*, foi publicado o trabalho que consolidou o endemismo associado aos Campos Rupestres Ferruginosos de Carajás, composta por 38 espécies de plantas vasculares encontradas exclusivamente nas serras ferruginosas, também conhecidas como endêmicas edáficas (4% da flora local) (Giulietti et al. 2019). Hoje esta lista norteia todas as discussões sobre a Flora endêmica de Carajás associadas aos Campos Rupestres Ferruginosos, também a lista de espécies alvo a terem seus protocolos de germinação deste Guia.



Figura 10. Indivíduo de *Ipomoea cavalcantei* D.F.Austin sobre cacto (*Cereus hexagonus*) (Fonte: A. Cardoso).

Confusões na nomenclatura e na classificação da vegetação são frequentes para o termo Campo Rupestre. O nome foi originalmente proposto por Magalhães (1966) para designar os Campos Graminosos que ocorrem nos topos das montanhas da Serra do Espinhaço. Em Carajás, a terminologia utilizada para denominar o tipo de vegetação que cresce diretamente sobre o afloramento rochoso de Carajás também é controversa. Inicialmente, era usado o termo “Vegetação de Canga” genericamente para designar essa tipologia vegetal que se desenvolve sobre as rochas ferruginosas de Carajás. Além dessa denominação, Silva e colaboradores (1986) e Silva (1991) usaram o termo “Campo Rupestre”, enquanto Porto & Silva (1989) usaram “Vegetação Metalófila” e Golder Consultoria e Projetos (2010) se referia como vegetação “Savana Estépica”, salientando suas características savânico-estépicas e sua intensa sazonalidade (ICMBio/STPC, 2016).

Desde então, apesar de todo o progresso, não há consenso acerca do uso dos termos e sua desambiguação (Vasconcelos, 2011; Alves et al. 2014; Fernandes, 2016; Silveira et al. 2016; Miola et al. 2021). Não obstante, a classificação da vegetação brasileira adotada pelos órgãos oficiais (IBGE, 2012) ainda utiliza os termos savana gramíneo-lenhosa e refúgio ecológico para designar as áreas de campo rupestre, apesar deste último nome ser o mais amplamente utilizado por pesquisadores (Alves et al. 2014). Também não há consenso quanto ao uso do termo em publicações internacionais, é possível encontrar nomes como *rocky field*, *rock outcrops*, *rupestrian field* e *rupestrian grassland*, todos utilizados como sinônimos para designar o mesmo ambiente (da Silva et al. 2016; Fernandes 2016; Guerra et al. 2016). Novamente no contexto de Carajás, Giulietti e colaboradores (2019) usa o termo Campo Rupestre on Canga (CRC) em sua compilação do endemismo edáfico de Carajás, já adotando a sugestão de Miola e colaboradores (2021).

Apesar de ocupar uma área correspondente a menos de 1% do território brasileiro, o número de espécies desse ecossistema corresponde a cerca de 15% das espécies de plantas nativas do país, com endemismo acima de 40% (Silveira et al. 2016; Colli-Silva et al. 2019). O campo rupestre adquire, portanto, um valor inestimável para a conservação da biodiversidade, também pelo fato de encontrar-se fortemente ameaçado, podendo ter sua área reduzida em até 80% até o final deste século (Fernandes et al. 2018). Esse cenário torna-se ainda mais preocupante com a intensificação das alterações antrópicas e diante da importância dos serviços ecossistêmicos fornecidos por esse ambiente (Neves et al. 2016; Rodrigues et al. 2019).

Geossistemas e Geofácies dos Platôs de Carajás

A evolução geológica e geomorfológica atuou de forma distinta sobre os corpos ferruginosos, pode-se notar que tanto a configuração e composição do terreno quanto seus processos formadores favoreceram a atual diversidade fitofisionômica de Carajás (Ampló et al. 2014). Em associação à geomorfologia e geologia destes ambientes, a dinâmica hídrica, o clima atual e os fatores edáficos também influenciam de forma direta na distribuição espacial das fitofisionomias existentes, variando desde formações predominantemente herbáceas/rupícolas até formações florestais. As transições entre os tipos de estratos dominantes (herbáceo, aquático, rupícola, arbustivo e arbóreo) da vegetação associada à canga ocorrem tanto de forma abrupta como em gradiente, o que torna a vegetação bastante complexa e, mesmo em áreas próximas e contínuas, diversos tipos de fitofisionomias podem ser encontrados (Schaefer et al. 2016).

A alta riqueza florística dos campos rupestres é favorecida por uma ampla variação altitudinal e latitudinal, associada à influência de biomas adjacentes, diversidade de solos, heterogeneidade de habitats e isolamento entre as ilhas de vegetação (Giulietti et al. 1997; Colli-Silva et al. 2019; Loiola et al. 2023). A interação desses elementos ao longo da história biogeográfica climaticamente mais estável dos campos rupestres favoreceu a persistência de linhagens antigas de plantas que continuam a se diversificar, além de linhagens com rápidas taxas de diversificação recente no Pleistoceno (Vasconcelos et al. 2020), o que contribui para a alta incidência de espécies endêmicas.

Logo, criou-se a necessidade de aplicar um sistema de classificação que permitisse classificar e categorizar os diferentes ambientes registrados dentro dos campos rupestres de Carajás. Para tal, foi proposta por Schaeffer e colaboradores (2008) a delimitação dos geossistemas ferruginosos, baseada no modelo proposto por Stochava nos anos 60, contudo seu trabalho só foi traduzido para o português no final da década de 1970 (Stochava, 1977), ele definiu geossistemas como sistemas territoriais naturais que se distinguem no contexto geográfico e são constituídos por componentes naturais interrelacionados no tempo e no espaço. Este modelo foi modificado do Bertland (1972) que introduziu o componente antrópico e, ambos, foram trazidos para o Brasil por Rossi (2006).

O geossistema é o resultado da combinação de fatores geológicos, litológicos, climáticos, geomorfológicos, hidrológicos e pedológicos associados a certo(s) tipo(s) de exploração biológica. Tal associação expressa a relação entre o potencial ecológico



Figura 11. Ambiente de transição canga para mata (Fonte: A. Cardoso).

e a exploração biológica e o modo como eles variam no espaço e no tempo, conferindo noção de dinâmica ao geossistema (Bertrand, 1972). Devido a esta dinâmica interna, o geossistema não apresenta, necessariamente, homogeneidade evidente, sendo formado por outros contextos menores e em diversos estágios de evolução. Assim, Schaeffer (2008) propôs a delimitação das geofácies, admitindo-se que, para a região de estudo, há um clímax comum (Campos & Castilho, 2012).

Neste tópico, é apresentado um resumo dos principais geossistemas e geofácies mapeados associados aos corpos ferruginosos da região de Carajás, texto modificado do trabalho publicado por Campos e colaboradores (2018) no qual apresenta um maior detalhamento dos métodos do mapeamento dos geoambientes e do detalhamento de cada um dos geossistemas e de suas geofácies. Neste item foi atualizada a identificação taxonômica das espécies da flora endêmica citadas em cada uma das geofácies considerando que houve a publicação da Flora de Carajás (vide Mota et al. 2018).

Geossistema	Geofície
Vegetação Rupestre sobre canga	Vegetação Rupestre Aberta
	Vegetação Rupestre Arbustiva
	Mata Baixa (Transicional)
Ambientes Florestais	Mata Alta (Capão Florestal)
	Floresta Ombrófila de Encosta
Ambientes Sob Influência Hídrica	Campo Graminoso
	Lajedo sobre canga couraçada
	Campo Brejoso
	Buritizal
Lagoas Doliniformes Permanentes	Lagoas de canga

Quadro 01. Classificações de Geossistemas e Geofácies adotadas em Carajás (segundo Campos et al. 2018)

Vegetação Rupestre Sobre Canga

O geossistema “Vegetação Rupestre Sobre Canga” é caracterizado pela presença marcante de áreas abertas, que predominam nos corpos ferruginosos avaliados, com solos rasos e de baixa fertilidade (Schaefer et. al. 2016). Dado o posicionamento preferencial da vegetação rupestre nas vertentes, cabe destacar que o escoamento superficial remove os possíveis produtos do intemperismo, motivo pelo qual os solos não são bem desenvolvidos (Campos & Castilho, 2012).

Devido às condições edáficas, as espécies vegetais que colonizam estes ambientes são restritas (normalmente elas não ocorrem nos ambientes florestais, Giuliatti et al. 2019), com alta riqueza, mas notável homogeneidade na composição florística, embora ocorram variações importantes de abundância e dominância de espécies endêmicas (Ampló, 2016). Outro fator de destaque é a alta variação na transição destas formações abertas com os ambientes florestais, podendo ocorrer de forma gradual ou abrupta.

Considerando os fatores abordados, foi possível subdividir este geossistema em três geofácies: Vegetação Rupestre Aberta, Vegetação Rupestre Arbustiva e Mata Baixa. A Mata Baixa foi inserida no geossistema Vegetação Rupestre Sobre Canga devido à semelhança de aspectos florísticos com as demais geofácies identificadas.

Vegetação Rupestre Aberta

Esta geofácia corresponde às áreas em que há notável exposição da canga ou da rocha matriz devido ao ritmo dos processos erosivos. Os solos raramente ultrapassam 10 cm em profundidade e são ricos em matéria orgânica, de maneira que a vegetação associada coloniza diretamente as rochas (Schaefer et al. 2008). Devido às suas adaptações radiculares (Abrahão et al. 2020), é comum a ocorrência de velózias (*Vellozia glauca* Pohl) em grande densidade, predominando nesta



Figura 12. Vegetação Rupestre Aberta em estação seca (esquerda) e estação chuvosa (direita) (Fonte: F. Santos).

geofácia (Figura 12). Suas adaptações permitem que se propaguem em condições de solo raso acumulado em microbolsões de solo com desenvolvimento condicionado à presença de descontinuidades nas rochas.

Vegetação Rupestre Arbustiva

Os solos da Vegetação Rupestre Arbustiva são ligeiramente mais profundos que aqueles da Vegetação Rupestre Aberta (Schaefer et al. 2016). Nos casos em que as microdepressões desenvolvem uma acumulação significativa de solo, sendo a condição de desenvolvimento vegetal menos extrema, abre-se espaço, em meio à matriz herbácea, para o desenvolvimento de estratos arbustivos (Figura 13). Associadas a estes ambientes, podemos observar espécies como *Bauhinia pulchella* Benth., *Lippia grata* Schauer, *Ipomoea cavalcantei* D.F.Austin e *Ipomoea marabaensis* D.F.Austin & Secco.



Figura 13. Vegetação Rupestre Arbustiva na Serra de São Félix, demonstrando que mesmo nos platôs mais longevos o padrão vegetacional se repete como na FLONA Carajás (Fonte: F. Santos).

Mata Baixa

Matas baixas são áreas transicionais entre Campo Rupestre Arbustivo e Mata Alta, formando faixas de dimensões variadas, ou bolsões isolados, confirmadas pela presença de solos da degradação da canga que não ultrapassam 30cm de profundidade de padrão ecotonal entre os solos mais profundos de Campo Rupestre, as áreas florestadas ou capões isolados (Schaefer et al. 2008). Estes ambientes assemelham-se



Figura 14. Mata Baixa com drenagem em S11 durante a estação chuvosa (Fonte: F. Santos).

mais às comunidades de Vegetação Rupestre Arbustiva do que às Matas Altas. Tais resultados são confirmados por análises fitossociológicas, de similaridade (PCoA) e de cluster (Bray-Curtis) nas quais observa-se um maior agrupamento e similaridade entre amostras de Campo Rupestre e de Mata Baixa quando comparadas àquelas de Mata Alta (Golder, 2011). Durante as chuvas, este ambiente é um habitat propício ao desenvolvimento de uma variedade de espécies endêmicas edáficas (*Paspalum carajasense* S.Denham, *Peperomia albopilosa* D Monteiro, *Parapiqueria cavalcantei* R.M.King & H.Rob., *Sinningia minima* A.O.Araujo & Chautems) que aproveitam musgos e rochas para se desenvolver ao longo das drenagens (Figura 14).

Ambientes sob Influência Hídrica

No geossistema “Ambientes sob Influência Hídrica”, nota-se a presença de quatro geofácies: Lajedo, Campo Graminoso, Campo Brejoso e Buritizal. Neste geossistema, é notável a influência do acúmulo de água e de sedimentos em função de sua posição de recebimento do escoamento superficial advindo das encostas (Campos et al. 2018).

Ao longo da área de estudo pode ser observada uma relação da tipologia de geofácies com a disponibilidade hídrica e de matéria orgânica no sistema. Essa disponibilidade também está intrinsecamente associada à localização topográfica da geofácia, podendo dispor de mais ou menos água, fator que influencia a formação de diferentes solos e condições de habitat. Logo, em uma condição de menor disponibilidade hídrica se estabelecem os Lajedos, posteriormente os Campos Graminosos, em seguida estabelecem-se os Campos Brejosos e, finalmente, em uma condição de constante saturação e em um solo com acúmulo significativo de matéria orgânica, desenvolve-se a geofácia que mantém os buritizais (Amplo, 2014).

As geofácies sob influência hídrica também formam um mosaico de comunidades relacionadas e controladas por fatores hidrológicos. Assim, a delimitação das geofácies no mapeamento foi baseada nos padrões que implicam em sua predominância, assumindo-se intercalações entre geofácies. A Figura 15 ilustra a distribuição de algumas destas geofácies.



Figura 15. Mosaico de geofácies:
1) Lajedo, em primeiro plano;
2) Campo Graminoso, em segundo plano;
3) Vegetação Rupestre Arbustiva, ao fundo e esquerda e;
4) Mata Baixa, ao fundo e direita.
Fotografia obtida em N8.
(Fonte: Thiago Mansur)

Campo Graminoso

O Campo Graminoso é uma geofácie bastante condicionada pela dinâmica hidrológica, de maneira que permanece inundado no período chuvoso e na época seca diminui drasticamente sua superfície alagada (Figura 16). É individualizado em todas as ocasiões em que se percebe a dominância de gramíneas com relação às outras espécies vegetais, sendo notável sua variação em termos de extensão, de maneira que pode abranger de dezenas a centenas de metros quadrados. O Campo Graminoso se desenvolve preferencialmente sobre solos rasos, a partir do intemperismo inicial do substrato rochoso.

É comum em meio ao Campo Graminoso a formação de pequenas ilhas de vegetação arbustiva, normalmente associadas ao maior acúmulo de solo ou à manutenção de porções de afloramentos de rocha (Figura 17). As espécies que colonizam estes ambientes são aquelas típicas da vegetação rupestre, como *Vellozia glauca* Pohl, *Mimosa acutistipula* var. *ferrea* Barneby e *Bauhinia pulchella* Benth.



Figura 16. Campo Graminoso no primeiro plano no auge da estação seca. Ao fundo Vegetação Rupestre Aberta (Fonte: F. Santos).



Figura 17. Campo Graminoso em primeiro plano durante a estação chuvosa (Fonte: A. Cardoso).

Lajedo

Os Lajedos constituem uma geofácia diferenciada devido à exposição do substrato laterítico concrecionário em meio às fendas com gramíneas e esparsas ilhas com vegetação rupestre, chegando ao nível de geotopo. Assim, foi individualizada em função de poder conter, simultaneamente ou não, geotopos característicos de Campo Graminoso e Vegetação Rupestre Aberta (Figura 18).



Figura 18. Elementos componentes (geotopos) do Lajedo (Fonte: F. Santos).

Os Lajedos se distinguem dos Campos Graminosos na medida em que o escoamento superficial das águas pluviais sobre o substrato rochoso não possibilita significativo acúmulo de sedimentos e o conseqüente desenvolvimento de solo e de cobertura vegetal. É desta maneira que estes lajedos assumem um aspecto de superfície lavada. Na Figura 19, é possível notar um destes microbolsões, o qual se encontra encouraçado e preenchido por água de maneira que apenas ao remover essa camada encontram-se os sedimentos que sustentam a colonização vegetal. Em algumas situações, nota-se em meio aos lajedos ilhas de Vegetação Rupestre (Figura 20).



Figura 19. Microbolsão de solo formado sob o lajedado em N6. Notar que há fragmentos menores de canga que formam uma espécie de encouraçamento, mantendo os sedimentos (Fonte: Laila Carmo).



Figura 20. Lajedo com ilha de vegetação com a presença de *Ipomoea cavalcantei* em N1 (Fonte: T. Mansur).

como um dos mais relevantes. Os lajedos apresentam uma maior representatividade de espécies rupícolas, com destaque para *Dyckia duckei* L.B.Sm., *Carajasia cangae* R.M. Salas, E.L. Cabral & Dessein (Serra Sul), *Cuphea carajasensis* Lourteig, *Ipomoea cavalcantei* D.F.Austin (Serra Norte) e *Mimosa skinneri* var. *carajarum* Barneby.

Campo Brejoso

Nos Campos Brejosos estabelece-se uma condição de inundação permanente das suaves depressões existentes no terreno, ressaltando-se que a própria cobertura superficial, que se estabelece nestes locais de acumulação, favorece a formação de “aquíferos suspensos” (Campos & Castilho, 2012).

À semelhança do que ocorre em lagoas, os sedimentos provenientes da erosão e intemperismo dos setores mais elevados da encosta são sedimentadas na base destas depressões, favorecendo o acúmulo de água. Nesta geofácia podem ser encontrados solos hidromórficos do tipo Organossolos (Schaefer et al. 2008). A vegetação é adaptada a estas condições, predominando espécies de gêneros *Elaeocharis* Brongn., *Rhynchospora* Vahl, *Cyperus* L., *Xyris* Gronov. ex L., *Axonopus* P. Beauv. e *Panicum* L. (Figura 21) (Schaefer et al. 2008).



Figura 21. Visão geral de um Campo Brejoso com predomínio de espécies graminóides (Fonte: F. Santos).

Buritizais

Ainda no domínio dos Organossolos (Schaefer et al. 2008) ocorrem os Buritizais, destacando-se como diferença principal o fato da camada de solo ser mais espessa, como um resultado do acúmulo de matéria orgânica ao longo de um período maior, sob condição de elevada saturação. Geralmente, os buritizais ocorrem bordejando as lagoas ou Campos Brejosos de maior extensão, uma vez que nestas áreas ocorre a maior expressão da concentração dos fluxos hídricos, tanto superficiais quanto subsuperficiais.

Pelo extremo isolamento e pela particularidade de formarem grupamentos pequenos, os Buritizais são considerados como relevantes para a conservação ambiental, já que em todos foram observados rastros de diferentes animais e fezes de antas e felídeos, o que permite inferir sua relação com a fauna local e de entorno florestal. Nesta geofácia, resalta-se a ocorrência dos buritizais (*Mauritia flexuosa* L.f.) e das buritiranas (*Mauritiella armata* (Mart.) Burret), que podem estar associados com espécies arbóreas, conforme ilustrado na Figura 22.



Figura 22. Buritizal em Serra Sul S11A (Fonte: F. Santos).

Lagoas

O geossistema Lagoas ocorre exclusivamente no Corpo S11. Segundo Campos & Castilho (2012) a morfogênese do geossistema Lagoas remonta ao abatimento de cavidades pré-existentes nas concreções lateríticas da canga. Dessa maneira, o acúmulo de sedimentos naturalmente atraído para seu interior coopera na impermeabilização da depressão que passa a acumular a própria água da chuva.

Associado a este geossistema encontra-se uma vegetação específica de cada um destes ambientes, cuja existência é condicionada às áreas inundadas nas bordas das lagoas (Schaefer et al. 2008; Campos & Castilho, 2012). São encontradas macrófitas aquáticas (Figura 23) e eriocauláceas, além da espécie licófito aquática e endêmica, *Isoetes cangae* J.B.S. Pereira, Salino & Stützel, e da ninfeia *Nymphaea rudgeana* G.Mey.

Segundo Amplo (2014) os maiores lagos dos platôs mostram posição central, enquanto os sistemas lacustres de borda são frequentemente mais rasos e com menor coluna d'água, evidenciando o rebaixamento do nível hidrológico nos tempos atuais.



Figura 23. Lago do corpo C de S11, com presença de macrófitas aquáticas no espelho d'água (Fonte: Flávio Gontijo, 2014).

Ambientes Florestais

Além da Floresta Ombrófila que compõe a circunvizinhança dos corpos ferruginosos, também podem ser encontrados ambientes florestais em meio às formações abertas rupestres, incluídas no geossistema Ambientes Florestais. Os capões florestais ou Mata



Figura 24. Mata Alta em pequenas depressões. Fotografia obtida durante sobrevoo em N8. (Fonte: F. Gontijo).

Alta podem ser encontrados em diferentes situações, principalmente associados à pequenas depressões circulares (Figura 24), a cavernas de dissolução e também ao longo de grotas, de cânions, de linhas de drenagem e sobre intrusões de tipos rochosos diferenciados, solos mais profundos e usualmente com maior fertilidade (Coelho et al. 2018).

Mata Alta (Capão de Floresta)

A presença de Mata Alta configura os limites de uma geofácie caracterizada pela



Figura 25. Mata alta e sua transição com a vegetação de canga, neste caso com um Campo Graminoso (Fonte: F. Santos).

disponibilidade de solos mais profundos desenvolvidos a partir da degradação *in situ* da canga e com composição florística bastante similar à Floresta Ombrófila que ocorre no entorno, com destaque para algumas espécies de maior densidade, como *Vochysia haenkeana* Mart., *Alchornea discolor* Poepp., *Xylopia aromatica*

(Lam) Mart., *Sacoglottis guianensis* Benth. e espécies de Myrtaceae (*Myrcia* spp. e *Eugenia* spp.), além de endêmicas como *Paspalum carajasense* S.Denham e *Hypolytrum paraense* M.Alves & W.W. Thomas. No interior dos platôs, sua ocorrência pode estar normalmente associada a abatimentos ou sistemas de cavidades, onde o desenvolvimento e acúmulo de solo formam pequenas ilhas de floresta com formato ovoide e circular, onde partículas finas e sedimentos drenam e se acumulam (Schaefer et al. 2016) (Figura 25).

Floresta Ombrófila

Assume-se que os trechos de Floresta Ombrófila destacados, a fim de caracterizar o entorno imediato dos corpos, se desenvolvem e representam as formas de transição entre as Florestas de entorno e os campos rupestres, sempre que apresentam um porte mais reduzido e fisionomia aberta (Figura 26). Seguem padrões fitofisionômicos semelhantes aos Capões interiores, mas foram separados por estarem conectados aos ecossistemas vizinhos ao domínio serrano, com os quais transicionam (Schaefer et al. 2008). Em algumas situações, esta mata assume a característica de transição entre a vegetação dos platôs e a Floresta Ombrófila, havendo o registro de espécies endêmicas como os arbustos *Pilocarpus carajaensis* Skorupa, *Daphnopsis filipedunculata* Nevling & Barringer, além da arbórea *Jacaranda carajasensis* A.H. Gentry.

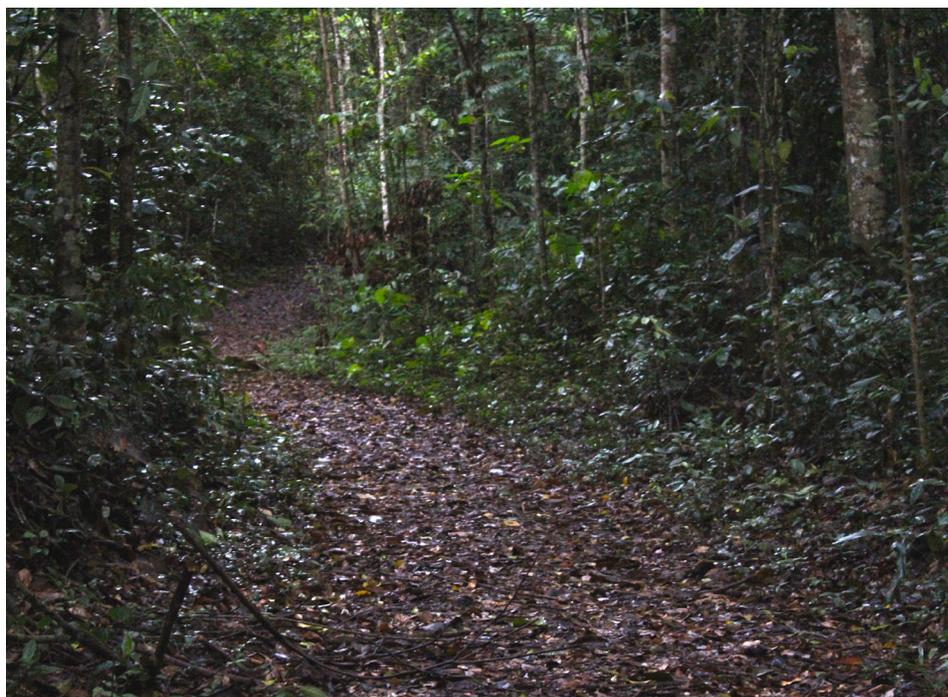


Figura 26. Visão do interior de uma Floresta Ombrófila em Carajás (Fonte: F. Santos).



Figura 27. Drenagem na quebra do platô de canga circundada por Floresta Ombrófila em Carajás (Fonte: F. Santos).

O entorno dos corpos é circundado por Floresta Ombrófila, onde se registram espécies endêmicas associadas às drenagens como *Philodendron carajasense* E. Gonçalves & A.J. Arruda, *Cavalcantia glomerata* (G.M.Barroso & R.M.King) R.M.King & H.Rob., *Sinningia minima* A.O. Araújo & Chautems, *Blechnum areolatum* V.A.O. Dittrich & Salino e *B. longipilosum* V.A.O. Dittrich & Salino (Figura 27).

Áreas Antrópicas

As áreas com intervenção humana, excetuando-se as áreas das cavas de extração mineral propriamente ditas, também são consideradas um geossistema e as principais situações verificadas são: Solo exposto, Pasto, Samambaias e infraestruturas que subsidiam o processo de mineração. Neste contexto, de inclusão das áreas antrópicas, considerou-se conveniente a delimitação dos principais corredores de acesso, que foram classificados como Solo Exposto. O Pasto foi especialmente observado na Serra da Bocaina. Nas infraestruturas associadas à mineração foram identificados acampamentos (como os de N1, N4, N5 e S11D) e elementos como pátios de toras.

Por outro lado, os samambaiais (Figura 28) são constituídos predominantemente pela pteridófita *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn que apresenta um comportamento pioneiro e invasor em áreas onde houve intervenção humana para conversão de florestas em áreas de pastagem abandonadas, bastante comum na Serra da Bocaina, mas também observada em algumas áreas dentro da FLONA próximas às minas em Serra Norte (Ampló, 2014).



Figura 28.
Samambaias
fotografado na
Serra da Bocaina,
notar a formação
florestal ao fundo
(Fonte: Ampló 2014).



Figura 29. Campo brejoso na Serra de Campos (São Félix do Xingu) com a formação de espelho d'água em porção central, mantendo-se umido mesmo na estação seca. Ao fundo, vegetação rupestre arbustiva com a presença da palmeira coco ariri (*Syagrus cocoides* Mart.) (Fonte: F. Santos).

Como adquirir as sementes

Planejamento, técnicas de coleta, beneficiamento e conservação das sementes

Existem diversos métodos de coleta de sementes e a escolha do mais apropriado depende da forma de crescimento da planta (árvore, arbusto, etc.) e o tipo de fruto (carnoso, seco deiscente, seco indeiscente, entre outros). Seguir métodos de coleta padronizados permite coletar sementes em quantidade e qualidade suficiente para sua conservação a longo prazo, até sua utilização - armazenamento num banco ou propagação em viveiro -, assim como registrar de forma ordenada e concisa os dados de campo. Porém, antes de coletar e armazenar as sementes, é necessário definir quais espécies coletar, quantos indivíduos por população amostrar e quantas populações devem ser amostradas de tal forma que maximize a diversidade genética das espécies coletadas. Para otimizar o rendimento, deve-se atentar para que as atividades de coleta ocorram no período mais provável do pico da fenologia de frutificação das espécies de interesse. Neste capítulo abordaremos o planejamento, seguido pelas técnicas de coleta, condicionamento e documentação das amostras no campo e finalizaremos com o beneficiamento e armazenamento de sementes.



Planejamento da coleta de sementes

Um bom planejamento de coleta é orientado por perguntas básicas como: Quais espécies são de interesse? Onde coletar as sementes? Quantos indivíduos por população e quantas populações devem ser amostradas para maximizar a diversidade genética das espécies-alvo? Em quais épocas do ano as espécies alvo dispersam suas sementes?

O primeiro passo do planejamento das coletas é selecionar as espécies de interesse (espécies alvo). Neste passo é importante ter claro o objetivo de coletar sementes, p.ex., conservar a diversidade genética de populações mediante bancos de sementes com algum grau de ameaça ou endemismo, estabelecer protocolos de germinação e conservação de espécies, salvaguardar a diversidade genética de um conjunto de espécies chaves para a restauração ecológica de áreas degradadas, desenvolver pesquisas sobre ecologia de comunidades ou populações de plantas, etc. (Gold et al. 2004; Di Sacco et al. 2020). Independente dos objetivos das coletas, conhecimentos do ecossistema de referência, como a composição e abundância de espécies, a preferência por micro-habitat e substrato de cada uma, assim como o grau de endemismo, estado de conservação e nicho ecológico são essenciais para determinar quais espécies devem ser amostradas.

Após definir as espécies alvo, devemos selecionar os locais de coleta visando maximizar o número de sementes coletadas e a representatividade da diversidade genética das espécies (Di Sacco et al. 2020). Os locais com potencial para coleta de sementes são definidos com base na distribuição ecológica e geográfica das espécies, a qual é estimada a partir de registros dos herbários locais, inventários florísticos, bases de dados como *speciesLink*, *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF), *Inaturalist*, expedições de campo, conhecimentos das populações locais e de especialistas botânicos (Quadro 02). Os locais com potencial para coleta de sementes devem ser visitados previamente à coleta das sementes com o objetivo de confirmar a presença das espécies de interesse, avaliar o tamanho das populações, estimar o estado fenológico e o potencial de coleta, assim como caracterizar o habitat - ver modelo de ficha de coleta de dados para avaliação das populações em Kew (2022) *Technical Information Sheet* 02. Os locais de coleta são definidos levando em consideração o tamanho e estrutura das populações e a distribuição ecológica e geográfica das espécies alvo. Desta forma, as sementes podem ser coletadas ao longo do espectro da distribuição geográfica e ecológica da espécie, aumentando a chance de amostrar uma ampla diversidade genética das espécies alvo.

O número mínimo de indivíduos e populações que devem ser amostrados depende das características da história natural de cada espécie como seu sistema reprodutivo, forma de polinização e dispersão de sementes, tamanho populacional e dinâmicas demográficas (Hoban et al. 2019). Nas espécies com elevado fluxo genético - espécies com fecundação cruzada, populações grandes, dispersão de sementes por animais ou vento - os indivíduos tendem a diferir pouco entre populações, mas a diversidade dentro de cada população pode ser alta. No entanto, para as espécies com baixo fluxo genético - espécies com autopolinização, apomixia (produção de sementes sem fecundação) ou dispersão de sementes pela gravidade - espera-se que as populações sejam muito diferentes entre si e a variação dentro de cada uma seja baixa. Desta forma, recomenda-se coletar sementes de muitos indivíduos em poucas populações para espécies com alto fluxo genético. Já em espécies com baixo fluxo gênico, devem ser coletadas sementes de poucos indivíduos por população ao longo de várias populações (CPC, 2019, Hoban et al. 2019). No geral, os manuais de coleta de germoplasma sugerem amostrar entre 30 e 200 indivíduos distribuídos em pelo menos cinco populações (ENSCONET; 2009; FAO, 2014; CPC, 2019; Di Sacco et al. 2020).

Neste ponto já definimos as espécies de interesse, os locais de coleta e o número mínimo de indivíduos por população que devemos amostrar para que a coleta



Figura 30. *Rhynchospora acanthoma* A.C.Araújo & Longhi-Wagner (Fonte: F. Santos).

capture uma diversidade genética representativa de cada espécie. Agora, devemos estabelecer quando coletar as sementes. A partir das mesmas fontes de informação que usamos para determinar a distribuição geográfica e ecológica das espécies, é possível determinar o período de dispersão de sementes e definir calendários de frutificação (Quadro 02). Estes calendários são a base para determinar cronogramas de coleta eficientes, i.e., com altas chances de encontrar frutos maduros. Uma vez que a fenologia reprodutiva pode variar entre anos e locais, contemplar o período inteiro de frutificação da espécie no cronograma de coleta, mais do que o pico, diminui o risco de perder o período de frutificação das espécies alvo.

O levantamento dos materiais, equipamentos e licenças necessários para realizar a coleta das sementes também é uma parte importante do planejamento. A coleta de sementes, assim como de qualquer material biológico, deve ser feita de maneira legal e no Brasil é regulamentada pelo ICMBio (<https://www.gov.br/icmbio/pt-br>). As licenças de coleta devem ser tramitadas logo após definir as espécies alvo e os locais de coleta, evitando atrasos nas campanhas de campo e perda da estação de frutificação das espécies alvo. Os materiais de campo incluem insumos necessários para a coleta e etiquetagem das sementes, assim como para a identificação das espécies no

Quadro 02. Informações relevantes sobre as espécies alvo.

<p>Compilar informações detalhadas das espécies alvo é crucial para a identificação correta em campo, selecionar as áreas de coleta, saber onde procurar os indivíduos (sobre as pedras, perto de rios, lagoas sazonais, etc.) e planejar as coletas com base na fenologia reprodutiva das plantas. As informações relevantes sobre as espécies alvo incluem:</p>	
<ul style="list-style-type: none"> → Área de ocorrência, de preferência com coordenadas geográficas; → A forma de vida da planta (erva anual, árvore, etc.); → O substrato onde ocorre (sobre pedras, solo, epífita, etc.); → Tipo de geofácie onde ocorre (e.g., vegetação rupestre aberta, Campo Graminoso); → Datas de floração e frutificação; → Endemismo ou raridade local. 	<p>Fontes de informação:</p> <ul style="list-style-type: none"> → Inventários florísticos; → Bases de dados como: <ul style="list-style-type: none"> - <i>speciesLink</i> http://www.splink.net - <i>Global Biodiversity Information Facility</i> http://www.gbif.org - <i>inaturalist</i> https://www.inaturalist.org → Flora e Funga do Brasil https://floradobrasil.jbrj.gov.br
<ul style="list-style-type: none"> → Tipo de fruto (drupa, baga, aquênio etc.) → Forma de dispersão das sementes (anemocoria/vento, zoocoria/animais, barocoria/gravidade etc.) 	<p>Herbários, inventários florísticos, floras locais e nacionais, guias de campo. Revisão das etiquetas e dos espécimes da base de dados <i>speciesLink</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> → Estado de conservação (vulnerável, em perigo, entre outras) 	<p>Base de dados do Centro Nacional de Conservação da Flora http://cncflora.jbrj.gov.br/portal</p>
<ul style="list-style-type: none"> → Comportamento das sementes no armazenamento 	<ul style="list-style-type: none"> → Guias de germinação de sementes, revistas científicas → Bases de dados como <i>Seed Information Database</i> https://ser.sid.org



Figura 31. Indivíduos de *Sporobolus multiramosus* Longhi-Wagner & Boechat desenvolvendo-se em área degradada em borda da mina (Fonte: F. Santos).

campo, coleta de espécimes para herbário, recolocção dos dados associados à coleta das sementes, primeiros socorros e segurança pessoal (veja uma lista de materiais conforme as atividades de campo em Gold e colaboradores, 2004).

Coleta de sementes

Assim como o bom planejamento das coletas é crucial para capturar uma diversidade genética representativa das espécies alvo, a coleta e o beneficiamento adequados das sementes são importantes para garantir a viabilidade, qualidade e longevidade delas. As sementes devem ser coletadas na gama de variação fenotípica das plantas em cada população com o objetivo de aumentar a diversidade genética capturada, i.e., coletar sementes de plantas grandes e pequenas, no centro e nas bordas da população, plantas que produzem muito frutos e de plantas que produzem poucos frutos (Basey et al. 2015). Além disso, as sementes devem ser coletadas na sua maturidade fisiológica, já que à medida que elas amadurecem, aumentam sua capacidade de germinação, tolerância à dessecação e longevidade potencial (Hong & Ellis, 1996). A melhor forma de determinar se as sementes estão maduras é avaliando se a planta está na fase de dispersão das sementes. Nos frutos carnosos a fase de dispersão se caracteriza por mudança na coloração, geralmente variando de verde em frutos imaturos para vermelho, roxo ou amarelo em frutos maduros, e a polpa (endocarpo) torna-se mais succulenta. Por outro lado, os frutos secos deiscentes começam a abrir-se na fase de dispersão. Enquanto os frutos secos indeiscentes se tornam cada vez mais secos e duros e, em algumas espécies, é possível escutar as sementes soltas ao sacudir os frutos.

O número de sementes que deve ser coletado por espécie depende do programa de conservação, do objetivo e da área a ser restaurada e deve levar em consideração a porcentagem de sementes vazias, predadas, abortadas e inviáveis (por meio de teste de corte e tetrazólio), estimando assim a quantidade mínima que precisa ser coletada para atingir o número desejado de sementes viáveis (ver capítulo Desenvolvendo protocolos de germinação). Para desenvolver os protocolos básicos de germinação e reestabelecer uma população representativa da população original é necessário coletar no mínimo 2000 sementes maduras e viáveis de cada espécie. Enquanto uma coleta de 5000 sementes maduras e viáveis permite desenvolver os protocolos de germinação, reestabelecer uma população representativa da população original e monitorar a viabilidade das sementes conservadas a longo prazo (Di Sacco et al. 2020). Deve-se tomar cuidado especial para evitar a colheita excessiva de populações

pequenas, de populações de espécies raras, em perigo ou isoladas. Nestes casos, é imprescindível o levantamento do potencial de coleta da população. Como precaução é indicado coletar até cerca de 20% das sementes maduras da população. Para espécies anuais, não mais do que 5 – 10% de toda a produção anual deve ser coletada, e a coleta da mesma população em anos consecutivos deve ser evitada (CPC, 2019).

Técnicas de coleta de sementes

Como regra geral, as sementes devem ser coletadas diretamente da planta-mãe, pois sementes encontradas no solo frequentemente têm baixa qualidade, seja por decomposição, patógenos, predação ou envelhecimento, além do que não é possível determinar qual é a planta-mãe nem quanto tempo as sementes passaram no solo. Além disso, o processo germinativo poder ser iniciado quando a semente entra em contato com a umidade do solo, o que impede o armazenamento das sementes e o desenvolvimento de protocolos de germinação. A coleta deve prezar por sementes maduras e de qualidade, evitando frutos e sementes predadas, fungadas, danificadas ou doentes. Na sequência, descrevemos os métodos de coleta mais utilizados para as espécies nativas das cangas da FLONA Carajás.

Coleta manual do fruto inteiro

O método, mais simples e flexível, consiste em coletar os frutos da planta um por um e é utilizado em espécies que apresentam frutos com tamanho suficientemente grande para serem colhidos diretamente com as mãos (Figura 32, Quadro 03). A principal vantagem deste método é permitir a escolha exclusiva de frutos de alta qualidade, ou seja, na fase de dispersão e sem sinal de predação. O método de catação do fruto inteiro é adequado quando os frutos de alta qualidade podem ser facilmente



Figura 32. Coleta de sementes usando a técnica catação manual para os frutos de *Cuphea carajasensis* (Fonte: Bioma).

selecionados e há fácil acesso aos frutos, o que permite usar as mãos para coletá-los. Este método consome muito tempo no campo, mas diminui o trabalho de beneficiamento e requer pessoal capacitado para discriminar entre frutos maduros e imaturos. A técnica da Catação manual do fruto inteiro (M01) é comumente utilizada em espécies herbáceas, subarborescentes e arbustivas de porte baixo que apresentam frutos tipo bagas ou frutos secos indeiscentes, onde é possível realizar a colheita de frutos com as mãos protegidas por luvas e o condicionamento pode ser feito em sacos de papel.

Coleta manual de infrutescências eretas

Neste método a infrutescência é assegurada com a mão, a qual se desliza desde a base até o ápice despreendendo as sementes. Este método é geralmente utilizado em gramíneas e outras espécies cuja inflorescência não está ramificada (Figura 33, Quadro 03). O método é recomendado quando os frutos dentro de cada infrutescência amadurecem sincronicamente, de tal forma que grande parte deles esteja na fase de dispersão. Embora este método seja muito eficiente no campo, também são recolhidas sementes de baixa qualidade - vazias, imaturas ou predadas -, aumentando o tempo de beneficiamento (Way & Gold, 2014).



Figura 33. Coleta de sementes utilizando a técnica de recolhimentos de infrutescências eretas (M02) seguida de acondicionamento provisório em saco de papel para espécies gramíneas (Fonte: Bioma).

Coleta manual com corte abaixo da infrutescência

Método aplicado em espécies com inflorescências ramificadas, como panículas ou umbelas, nas quais não é possível aplicar o método de Coleta manual de infrutescências eretas M02 (Quadro 03). Nestes casos, simplesmente devemos cortar a infrutescência e introduzi-las num saco de papel. A técnica de Coleta manual com corte abaixo da infrutescência M04 (Figura 34) é uma variação da técnica de corte da infrutescência (M03), porém pode ser utilizada em herbáceas de tamanho diminuto, com frutos pequenos e de difícil manuseio, onde a utilização de pinças permite coletar os frutos sem danificar os indivíduos adultos e nem perder sementes (Quadro 03). Os frutos ou infrutescências se destacam da planta com ajuda de pinças, e realiza-se o corte logo abaixo dessas. Este método é utilizado em várias espécies endêmicas da FLONA Carajás, como *Sinningia minima* A.O. Araújo & Chautems (Figura 03), *Peperomia albopilosa* D. Monteiro e *P. pseudoserratirhachis* D. Monteiro. Estas espécies apresentam infrutescências muito frágeis que se desprendem com facilidade durante o manuseio e se aderem às mãos do coletor, o que pode ocasionar esmagamento do fruto e perda das sementes.



Figura 34. Coleta realizada com o auxílio de pinça para manuseio dos frutos e corte abaixo dos frutos (M04) para os frutos de *Sinningia minima* (Fonte: Bioma).

Coleta manual ensacando os frutos

Uma forma de evitar a perda de sementes em plantas que produzem frutos secos deiscentes é a coleta manual ensacando os frutos (M05) usando tule, de forma que as sementes sejam retidas nos sacos após a deiscência dos frutos (Figura 35). Este método é recomendado quando a chance de perder o período de dispersão das sementes é alto e as áreas de coleta não são visitadas frequentemente devido à dificuldade de acesso



Figura 35. Coleta manual ensacando os frutos (M05) usando tule para os frutos de *Ipomoea cavalcantei* (Fonte: F. Santos).

ou à distância do ponto de coleta, já que os sacos devem ser removidos periodicamente para evitar o envelhecimento ou putrefação das sementes. A coleta manual ensacando frutos é utilizada em espécies encontradas nas cangas que dispersam suas sementes com ajuda do vento, como *Anemopaegma carajasense* A.H. Gentry ex Firetti-Legg. & L.G. Lohmann, *Matelea microphylla* Morillo e *Ipomoea cavalcantei* D.F. Austin (Quadro 03).

Coleta manual de frutos próximos do estágio de maturação

Uma alternativa ao método de ensacamento (M05), para evitar a perda de sementes de frutos deiscentes, é coletar os frutos logo antes do período de dispersão (Quadro 03). Neste método o período de frutificação da espécie de interesse deve ser monitorado de tal forma que a coleta ocorra quando os frutos começam a abrir ou quando estão secos e as linhas de abertura do fruto estão claramente marcadas. Nas áreas que não há um monitoramento frequente, por exemplo áreas de difícil acesso, pode-se adotar a estratégia de coletar os galhos que contêm os frutos imaturos e acondicioná-los em casa de vegetação ou laboratório até que atinjam a maturidade (Silva & Dantas, 2012). Porém, a coleta de galhos com frutos imaturos somente é recomendada quando o interesse é resgatar espécies em áreas que serão suprimidas e nenhum outro método de coleta é possível.



Figura 36. Estágios de desenvolvimento da inflorescência de *Lepidaploa arenaria* (Mart. ex DC.) H. Rob. (Fonte: L. Tyski).

Coleta manual chacoalhando o indivíduo

Outra técnica difundida é esticar uma lona embaixo da planta mãe e chacoalhar os galhos do indivíduo de forma cuidadosa para a retirada dos frutos maduros. As batidas devem começar suavemente, de forma que os frutos em fase de dispersão caiam e os ainda imaturos permaneçam no indivíduo. Lembrando que batidas fortes podem causar danos nas plantas. Este método é usado em árvores e arbustos de grande porte, nos quais não é possível a catação manual do fruto inteiro (M01). Normalmente usado para espécies que apresentam frutos deiscentes com sementes grandes o suficiente para serem recolhidas da lona e em terrenos nivelados que permitam estender a lona (Way & Gold, 2014). O método não é recomendado para espécies arbóreas com sementes facilmente dispersadas pelo vento, neste caso é preferível cortar o galho com ajuda de um podão. Este método foi modificado para coletar sementes de plantas diminutas das cangas que apresentam frutos deiscentes (Quadro 03), como *Carajasia cangae*. Neste caso, a lona é substituída por uma folha de papel A4, que é estendida sob a planta para receber as sementes após chacoalhar a planta. Posteriormente, as sementes são transferidas da folha de papel para a sacola de coleta.

Quadro 03: Técnicas usadas para coletar sementes das espécies com endemismo edáfico na FLONA Carajás.

Família	Espécie	Hábito	Tipo de fruto	Técnicas de coleta*
Apocynaceae	<i>Matelea microphylla</i>	Arbusto	Fóliculo (deiscência longitudinal)	M05
Araceae	<i>Philodendron carajasense</i>	Herbácea	Baga (carnoso)	M06
Asteraceae	<i>Cavalcantia glomerata</i>	Subarbusto	Cipsela (indeiscente)	M03
Asteraceae	<i>Lepidaploa paraensis</i>	Subarbusto	Cipsela (indeiscente)	M03
Asteraceae	<i>Monogereion carajensis</i>	Arbusto	Cipsela (indeiscente)	M03
Asteraceae	<i>Parapiqueria cavalcantei</i>	Subarbusto	Cipsela (indeiscente)	M03
Bignoniaceae	<i>Anemopaegma carajasense</i>	Arbusto	Cápsula (deiscente)	M01/M05
Convolvulaceae	<i>Ipomoea cavalcantei</i>	Liana	Cápsula (deiscente)	M05 e M07
Cyperaceae	<i>Bulbostylis cangae</i>	Herbácea	Aquênio (indeiscente)	M02
Cyperaceae	<i>Eleocharis pedroviana</i>	Herbácea	Aquênio (indeiscente)	M02
Eriocaulaceae	<i>Eriocaulon carajense</i>	Herbácea	Cápsula loculicida	M02
Eriocaulaceae	<i>Syngonanthus discretifolius</i>	Herbácea	Cápsula loculicida	M02
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum carajasense</i>	Arbusto	Drupa (carnoso)	M01
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum nelson-rosae</i>	Arbusto	Drupa (carnoso)	M01
Fabaceae	<i>Mimosa dasilvae</i>	Arbusto	Legume	M01
Gesneriaceae	<i>Sinningia minina</i>	Herbácea	Cápsula (deiscente na maturidade)	M04
Lentibulariaceae	<i>Utricularia physoceras</i>	Herbácea	Opecarpo (deiscência por poro ventral)	M03
Lythraceae	<i>Cuphea carajasensis</i>	Subarbusto	Tubo frutífero	M01
Orchidaceae	<i>Uleiorchis longipedicellata</i>	Herbácea	Cápsula septífraga	M03/ M07
Orobanchaceae	<i>Buchnera carajasensis</i>	Herbácea	Cápsula loculicida	M03
Picramniaceae	<i>Picramnia ferrea</i>	Arbusto	Baga	M01
Piperaceae	<i>Peperomia albopilosa</i>	Herbácea	Drupa	M04
Piperaceae	<i>Peperomia pseudoserratirhachis</i>	Herbácea	Drupa	M04
Poaceae	<i>Axonopus carajasensis</i>	Herbácea	Cariopse (indeiscente)	M02
Poaceae	<i>Paspalum cangarum</i>	Herbácea	Cariopse (indeiscente)	M02
Poaceae	<i>Paspalum carajasense</i>	Herbácea	Cariopse (indeiscente)	M02
Poaceae	<i>Sporobolus multiramusus</i>	Herbácea	Cariopse (indeiscente)	M02
Rubiaceae	<i>Borreria carajasensis</i>	Herbácea	Cápsula septicida	M03
Rubiaceae	<i>Borreria elaiosulcata</i>	Herbácea	Cápsula septicida	M03
Rubiaceae	<i>Borreria heteranthera</i>	Herbácea	Cápsula septicida	M03
Rubiaceae	<i>Perama carajensis</i>	Herbácea	Cápsula septicida	M02
Rubiaceae	<i>Carajasia cangae</i>	Herbácea	Cápsula septicida	M08
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis filipedunculata</i>	Arbusto	Drupa	M01
Xyridaceae	<i>Xyris brachysepala</i>	Herbácea	Cápsula	M02

* Técnicas de coleta:

M01 - Com o uso de luvas, realizar a catação manual dos frutos maduros nas matrizes de coleta;

M02 - Com a utilização de luvas, agarrar as infrutescências pela base, deslizando as mãos de baixo para cima, para a remoção do material de interesse;

M03 - Corte abaixo da infrutescência;

M04 - Utilização de pinça para manusear os frutos e realização de corte das infrutescências;

M05 - Proteger os frutos com sacos voal ou organza os posicionando estrategicamente na planta (efetuar o monitoramento da matriz de interesse e retirar os sacos com os frutos no ponto ideal de maturação);

M06 - Coleta de frutos ainda imaturos juntamente com galhos e aguardar maturação no herbário;

M07 - Coleta de sementes antes e durante o período de abertura dos frutos, ou realizar a coleta dos frutos ainda verdes e aguardar maturação;

M08 - Posicionar uma folha de papel abaixo da planta, chacoalhar os galhos delicadamente e realizar a coleta a partir da queda dos frutos sobre o papel. Todas as sementes são guardadas em sacos de papel até seu transporte ao herbário.

Dados de coleta

A documentação das amostras no campo é indispensável para a identificação, caracterização e posterior uso das sementes. Além disso, os dados registrados nas coletas podem ser utilizados para vários propósitos, como conhecer ou melhorar o conhecimento da fenologia das espécies, mapear espécies e comunidades, monitorar espécies ameaçadas, entre outros. Existem vários modelos de fichas para registrar a informação no campo, as quais variam no grau de detalhamento, e.g., Di Sacco e colaboradores (2020), Alercia e colaboradores (2015), mas as informações essenciais que devem ser anotadas são:

- Informação taxonômica ao menor nível possível (família, gênero, espécie, subespécie);
- Local, município, estado e país onde foram coletadas as sementes (e.g., corpo de canga N5, Parauapebas, PA, Brasil)
- Coordenadas geográficas e altitude;
- Data da coleta;
- Nome e número do coletor;
- Número de indivíduos amostrados na população;
- Descrição das plantas amostradas;
- Descrição do ambiente;
- Caso seja coletado um espécime de herbário para corroborar a identificação da planta, o nome e número de coletor do espécime devem ser associados com a coleta de sementes.

Condicionamento das sementes no campo

Na área do estudo, após coletar as sementes, é necessário condicioná-las em recipientes adequados para o transporte, identificados com o nome da espécie, local de coleta, número de indivíduos amostrados e o nome e número de coletor. Sementes de frutos secos devem ser acondicionadas em sacos de papel. No caso de frutos carnosos, alguns manuais de coleta sugerem uso de sacolas plásticas resistentes, já que os líquidos liberados pelo esmagamento dos frutos durante o transporte podem romper as sacolas de papel (Way & Kate Gold, Technical Sheet 3). Porém, o armazenamento transitório de frutos carnosos em sacolas plásticas nas altas temperaturas das cangas pode levar à fermentação dos frutos e morte das sementes. Neste caso, é preferível acondicionar os frutos carnosos em sacolas de tecido ou usar sacolas de papel resistentes. O tempo entre a coleta das sementes e a transferência para o lugar de beneficiamento deve ser minimizado para evitar perda da qualidade das sementes, especialmente para espécies com sementes recalcitrantes (FAO, 2014). Durante o transporte dos frutos e sementes, deve ser evitada a exposição a altas temperaturas e à umidade, desta forma, as sacolas de coletas não devem ser deixadas diretamente sob o sol ou dentro do carro fechado.

Beneficiamento de sementes

O beneficiamento ajuda a manter a viabilidade das sementes até sua utilização, aumenta sua longevidade no armazenamento e evita a contaminação por patógenos. No beneficiamento, as sementes são limpas de restos de frutos e as sementes predadas ou malformadas são removidas. Finalmente, a umidade das sementes selecionadas é reduzida num ambiente fresco e seco ($\leq 50\%$ umidade relativa) de tal forma que se minimize o seu envelhecimento. A limpeza dos frutos carnosos consiste na maceração da polpa para separá-la das sementes, as quais são enxaguadas em água corrente por 5 minutos e secas em papel toalha à sombra. Enquanto nos frutos secos, as sementes são separadas dos frutos de forma manual ou com o auxílio de pinça e lupa, dependendo do tamanho das sementes, para evitar lesões nelas. Após o beneficiamento, as sementes são contadas e pesadas para obtenção do valor de massa líquida e embaladas em sacos de papel identificados com os dados de coleta, posteriormente, são encaminhadas para o local de estudos e/ou armazenamento. Idealmente o tempo entre a coleta das sementes e seu envio para bancos de sementes ou para determinar os protocolos de germinação e armazenamento não deve ser maior do que 30 dias.

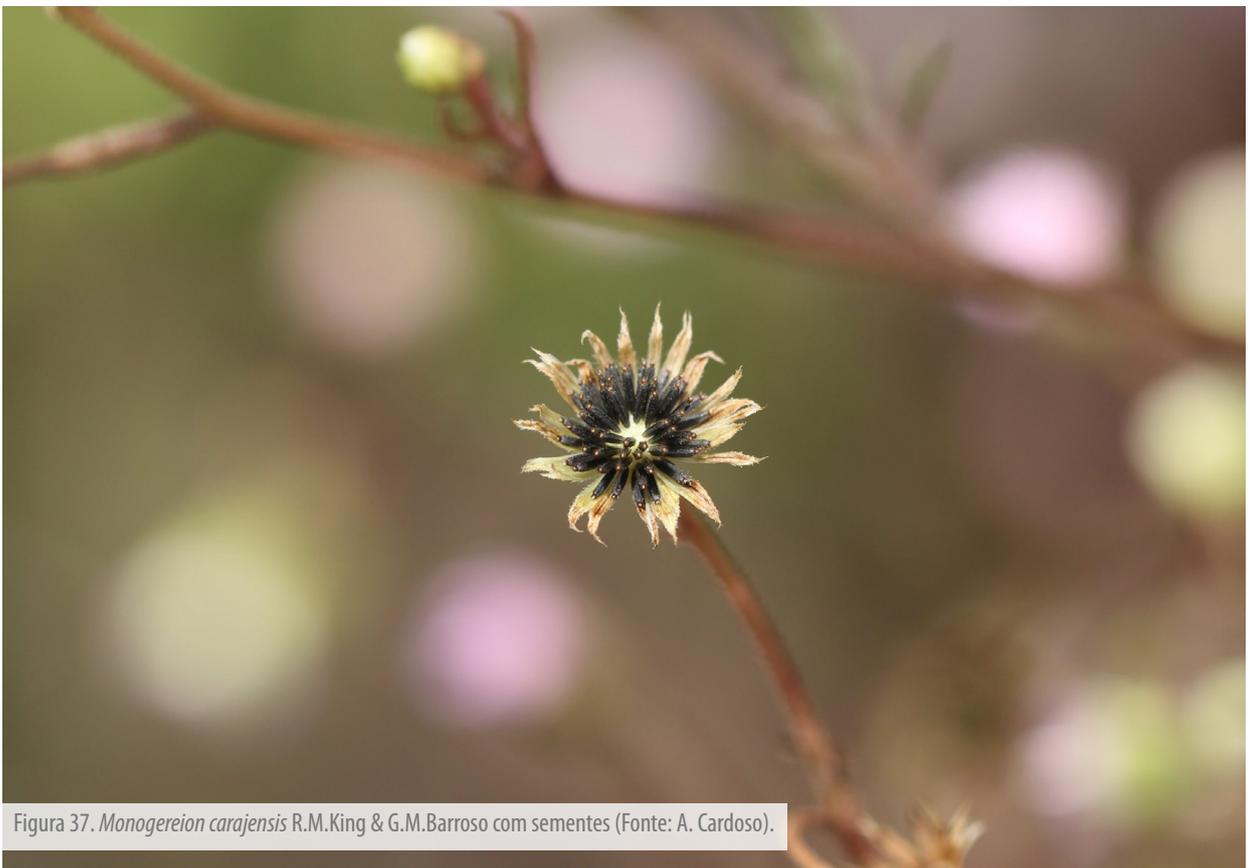


Figura 37. *Monogereion carajensis* R.M.King & G.M.Barroso com sementes (Fonte: A. Cardoso).

Conservação das sementes em bancos de germoplasma

Dependendo das condições de armazenamento, as sementes tolerantes à dessecação, ou seja, com comportamento ortodoxo ou intermediário, podem ser armazenadas a longo (>30 anos), mediano (cerca de 15 anos) ou curto prazo (1 a 3 anos) em banco de sementes (FAO, 2014). No armazenamento de longo prazo as sementes são desidratadas em sala de secagem a 18°C, 18% UR do ar, até que seu teor de água alcance cerca de 5%. Posteriormente as sementes devem ser acondicionadas em embalagens herméticas e armazenadas em temperatura de aproximadamente -20°C, reduzindo seu metabolismo e permitindo a conservação de sua viabilidade por longo tempo. No armazenamento de médio prazo as sementes são desidratadas da mesma forma que no armazenamento de longo prazo, porém são armazenadas a uma temperatura mais elevada (5°C), em tubos do tipo falcon ou sacos tipo zip lock, de preferência a vácuo, e em locais com baixa umidade relativa. Em ambos os tipos de banco de sementes as amostras devem estar identificadas e, periodicamente, devem ser realizados experimentos de germinação para observar se existe perda de viabilidade durante o armazenamento e a necessidade de reabastecimento do banco.



Figura 38. Coleta de sementes de *Peperomia albopilosa* D. Monteiro (Fonte: Bioma).



Desenvolvendo os protocolos de germinação

Os protocolos de germinação começam com a caracterização física do lote de sementes, ou seja, o peso das sementes, a porcentagem de sementes viáveis e vazias, seguida pela avaliação de parâmetros germinativos como a temperatura ótima de germinação, porcentagem e tempo médio de germinação na temperatura ótima, e terminam com a classificação das espécies nas categorias de dormência e tolerância à dessecação. Na sequência, descrevemos como foram estimados cada parâmetro dos protocolos.

Porcentagem de sementes sem embrião e viabilidade do lote de sementes

Para determinar a porcentagem de sementes viáveis e sem embrião, uma amostra de cada lote foi coletada a fim de montar um experimento com quatro réplicas de 25 sementes. Essas sementes foram então submetidas ao teste de tetrazólio, que consta inicialmente de embeber as sementes em água destilada por 24 horas, posteriormente cortá-las

sob um estereoscópio com o objetivo de expor o embrião e, em seguida, é adicionado solução de tetrazólio 1% seguido de incubação em câmara de germinação por 24 horas sob temperatura constante de 25°C sob ausência de luz. Embriões corados de vermelho foram considerados viáveis e embriões sem cor, brancos, amarelados ou rosa claro, foram considerados inviáveis. Ao serem abertas sob estereoscópio, também foi determinada a presença de embrião nas sementes a fim de saber a porcentagem de sementes vazias para cada lote.

Sendo assim, para calcular a porcentagem de sementes vazias seguiu-se a equação:

$$0/0 Sv = \frac{Sv}{Ts} \times 100$$

Onde: Sv= Sementes vazias; Ts= total de sementes da amostra.

A viabilidade média inicial leva em conta unicamente as sementes viáveis, e foi calculada com base na seguinte equação:

$$0/0 v_{m_i} = \frac{S_v}{S_e} \times 100$$

Onde: %Vmi= Porcentagem média de sementes viáveis; Sv = Sementes viáveis, coradas de vermelho no teste de tetrazólio; Se= Semente com embrião.

O peso das sementes foi expresso pelo peso médio de 100 sementes, determinado a partir de oito grupos de 100 sementes (protocolo ITV) ou pelo peso médio de quatro repetições de 25 sementes.

Parâmetros germinativos: temperatura ótima de germinação, porcentagem e tempo médio de germinação

A temperatura ótima de germinação foi determinada com base em experimentos de germinação que abrangiram uma ampla gama de temperaturas que simulam as temperaturas do solo no local de ocorrência natural das espécies, as quais podem variar entre 17,8°C a 57,5°C com média de 28,8°C (dados registrados na altura do solo entre o ano 2017 e 2018 mediante data logger HOBO pendant mx2202). O protocolo de germinação consistiu em desinfetar as sementes com solução de hipoclorito de sódio a 1% por cinco minutos, seguidos por lavagem em água corrente por 30 minutos para reduzir a probabilidade de infestação fúngica. As sementes foram então

colocadas em placas de Petri (seis repetições de 25 sementes por espécie), forradas com uma folha dupla de papel filtro e umedecidas com 1 ml de Nistatina 0,1M para evitar o crescimento de fungos. As placas de Petri foram colocadas em câmaras de germinação sob fotoperíodo de 12 horas e temperaturas de 20°C, 25°C, 30°C, 35°C, 40°C e, eventualmente, 20/30°C. A germinação foi verificada a cada 24 horas e o critério para considerar uma semente germinada foi a protrusão da radícula. Após 50 dias, as sementes que não germinaram foram submetidas ao teste de tetrazólio para examinar a viabilidade do embrião e para apoiar a classificação de dormência.

A porcentagem de germinação foi calculada com base no número de sementes viáveis e o tempo médio de germinação, em dias, foi calculado seguindo a fórmula:

$$TMG = \frac{\sum N_i T_i}{N_i}$$

Onde N_i é o número de sementes germinadas no dia i , e T_i é o tempo inicial.

A temperatura ótima foi definida como a temperatura em que a espécie apresentou a maior porcentagem de germinação no menor tempo médio. A porcentagem e tempo médios de germinação relatados no Guia fazem referência à temperatura ótima de germinação de cada espécie.

Classificação de dormência e métodos de superação

A avaliação da classificação da dormência pode ser feita através da realização de uma série de etapas experimentais para determinar as características morfológicas e fisiológicas das sementes (Kildisheva et al. 2020). O primeiro passo é determinar se as sementes germinam em uma ampla gama de condições ambientais; neste Guia o fator ambiental usado foi a temperatura. Sementes com embriões viáveis e uma baixa porcentagem de germinação ao longo do gradiente de temperatura foram classificadas como dormentes. Para determinar as classes de dormência, sementes frescas foram submetidas a testes de embebição para determinar a permeabilidade do tegumento. Os testes de embebição consistem em pesar a massa fresca de quatro repetições de 25 sementes e submeter em embebição por 72h em água destilada e realizar novamente a pesagem após esse período. Através da pesagem das sementes frescas e posteriormente embebidas podemos observar se ocorreu absorção de água e o início do processo germinativo, nos dando informações sobre a permeabilidade do

tegumento das sementes. Também foi realizado corte longitudinal de uma amostra de 25 sementes para verificar possível desenvolvimento do embrião.

As sementes submetidas a experimentos de germinação que germinaram em até 30 dias e apresentaram embrião desenvolvido e tegumento permeável foram classificadas como não dormentes. Sementes com tegumento permeável e embriões bem desenvolvidos que não germinam em quatro semanas foram classificadas com dormência fisiológica. Sementes com tegumento impermeável e que germinam em até 30 dias após escarificação foram classificadas com dormência física. Após a classificação, as sementes dormentes foram submetidas a experimentos de superação de dormência. Para sementes com dormência física, a escarificação mecânica foi realizada comparando a germinação das sementes controle com sementes suavemente escarificadas com lixa. Para sementes com dormência fisiológica, foram realizados testes de germinação com ácido giberélico (GA3, Sigma Aldrich) em duas concentrações: 125 e 250 μM , com as sementes submetidas à embebição por 48h. Sementes não expostas à giberelina constituíram o grupo controle. Para cada tratamento, quatro repetições de 25 sementes foram colocadas em câmaras de germinação sob temperatura constante de 25°C em fotoperíodo de 12 horas por 30 dias, com germinação verificada a cada 24 horas.

Tolerância à dessecação

Para a tolerância à dessecação, foram utilizados dois métodos complementares que nos indicam, parcialmente, a provável capacidade de tolerância à dessecação das sementes de cada espécie, sendo os experimentos de conteúdo relativo de água e de armazenamento.

Para determinar o Conteúdo Relativo de Água (CRA) das sementes, quatro repetições de 25 sementes foram pesadas em balança digital, secas em estufa a 70°C por 5 dias e repesadas. Em seguida, calcula-se o CRA segundo a equação:

$$CRA = \frac{MF - MS}{MS} \times 100$$

Onde: MF é igual a massa fresca e MS é igual a massa seca.

O conteúdo relativo de água nos sugere uma indicativa da possível capacidade de tolerância a dessecação das sementes. De uma forma generalizada, sementes maior CRA, com valores maiores ou iguais a 20% de conteúdo de água no momento da

dispersão, tendem a ser sementes suscetíveis a dessecação. Enquanto sementes com teor de água menores que 35% de conteúdo relativo de água tendem a ser tolerantes a dessecação (Baskin & Baskin, 1998; Pamenter & Berjak, 1999; Franchi *et. al* 2011).

O objetivo do experimento de armazenamento é determinar se a capacidade de germinação das sementes diminui ou se mantem estável com o armazenamento. Desta forma, comparamos a germinabilidade das sementes recém-colhidas contra sementes armazenadas por cerca de dois anos na temperatura ambiente. As sementes foram armazenadas em sacos plásticos do tipo zip lock e colocadas em caixas fechadas em local escuro. Posteriormente, a capacidade de germinação das sementes foi determinada mediante os experimentos de germinação descritos anteriormente. Espécies cuja germinabilidade não diminui com o armazenamento foram classificadas como tolerantes à dessecação.



Figura 39. Campo graminoso e *Eleocharis pedroviana* C.S. Nunes, planta aquática de ocorrência restrita (Fonte: A. Cardoso).

Como usar este Guia



A finalidade deste Guia é fornecer informações sintetizadas sobre a biologia e características germinativas das espécies das cangas de Carajás. Além disso, é uma ferramenta importante para a identificação das espécies no campo, apresenta as principais técnicas de coleta de sementes aplicadas nas espécies das cangas de Carajás e as bases para desenvolver protocolos para a propagação e armazenamento destas espécies em viveiros e laboratórios. Tem também por objetivo fornecer suporte para programas de restauração ecológica e conservação *ex situ* da flora endêmica dos Campos Rupestres Ferruginosos da região de Carajás.

O presente capítulo apresenta informações biológicas, germinativas e fotografias de cada espécie em ordem alfabética por família botânica com tarjas coloridas na margem, cada cor representando uma família. Na folha de guarda fornecemos imagens do hábito da planta, da planta fértil e sementes, informações fenológicas e características germinativas para cada espécie resumidas em forma de símbolos. A fenologia reprodutiva é apresentada

em forma linear, com doze divisões referentes a cada mês do ciclo anual. Cada uma das divisões possui uma cor que representa a fenofase mais recorrente da espécie para cada mês, sendo que a cor verde indica o período ideal para coleta de frutos, a cor laranja indica o período de programação das atividades de coleta e a cor vermelha indica o período inapropriado para coleta de frutos e sementes.

Importante destacar que o calendário de coleta é focado na atividade de coleta de sementes, indica as épocas mais propícias e eventuais lacunas de conhecimento sobre a fenologia das espécies. As divisões representam meses e dentro de um mês pode ser que uma espécie floresça e frutifique, não sendo possível uma avaliação em uma escala mais reduzida na representação gráfica proposta. É sabido que há grande variabilidade em relação a aspectos sazonais e geográficos em virtude de fatores bióticos e abióticos, considerando uma mesma ou várias espécies (Lieth, 1974): fatores individuais (genética, idade), ambientais (condições climáticas em micro e macroescala), tipo de solo, disponibilidade de água e nutrientes, competição etc., que influenciam as plantas ano a ano. Estes fatores podem ser vistos como dispositivos de medição integrados com o meio ambiente (Morellato & Haddad, 2000). Assim, o avanço da nossa compreensão acerca da fenologia das espécies pode fornecer melhores informações sobre as épocas mais propícias para a coleta de sementes viáveis, o que é fundamental para a produção de mudas, depósito em bancos de germoplasma e demais técnicas utilizadas para a conservação da biodiversidade.

As espécies alvo deste calendário fenológico foram definidas, inicialmente, a partir da lista de endemismo edáfico das cangas de Carajás (Giulietti et al. 2019), sendo acrescentadas outras espécies ocorrentes no ambiente de canga que tiveram sementes coletadas e que apresentam diferentes padrões de distribuição e endemismo. Ao todo são apresentadas informações para 41 espécies distribuídas em 33 gêneros e 24 famílias. Para a construção deste calendário foram utilizadas as informações contidas no Banco de Dados do Plano de Gestão da Biodiversidade de Carajás (PGBio) além das informações de artigos científicos recentes sobre a Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil (Viana et al. 2017) e de bases de dados públicas como *specieslink* e REFLORA.

As principais características germinativas, como a temperatura ótima de germinação, a porcentagem média de germinação (em forma de gráfico pizza preenchido gradativamente de forma a representar o percentual de germinação), a tolerância à dessecação e a presença de dormência também são apresentadas em forma de símbolos para uma consulta mais objetiva (Figura 40).



Figura 40. Símbolos representativos de características das espécies.

Na folha de rosto, na parte superior, são apresentadas as espécies por ordem alfabética de família botânica. Em frente ao nome científico de cada espécie, consta um símbolo que informa sobre o atual status de conservação da espécie segundo a Portaria do Ministério do Meio Ambiente nº 148/2022, e/ou Resolução No.: 54/2007 (COEMA-PA) (Figura 41). Caso a espécie seja ameaçada em ambas as listas, constará as duas categorias de ameaça, sendo primeiro apresentado o status na lista federal do MMA e em seguida o status na lista estadual. Em casos em que há somente uma categorização (federal ou estadual), serão apresentados os dois símbolos sendo que naquela lista em que não constar a categorização será representado o símbolo não avaliada. Por fim, nos casos em que não existe nenhuma categorização, nenhum símbolo será apresentado.



Figura 41. Símbolos representativos do status de conservação das espécies.

Após as informações do nome científico e popular da espécie, são apresentadas informações da biologia da espécie, apontando a forma de vida (erva, arbusto, árvore, etc.), o substrato em que ela se desenvolve (terrícola, rupícola, aquática, etc.) e o tipo de fruto, com referência nas descrições das publicações da flora de Carajás

(Rodriguésia vol 1-4) e de informações presentes no site da Flora do Brasil (REFLORA). Em seguida, é apresentada uma breve descrição de características que permitem auxiliar a identificação em campo das espécies, novamente sendo utilizadas como referência as descrições presentes nas publicações da Flora de Carajás.

As informações de distribuição e endemismo foram seguidas de acordo com a publicação de Giulietti e colaboradores (2019). Para tanto, neste Guia se estabeleceram as seguintes categorias de endemismo:

1) Espécies endêmicas edáficas exclusivas dos Campos Rupestres Ferruginosos de Carajás: todas as plantas vasculares localmente endêmicas dos Campos Rupestres Ferruginosos de Carajás que crescem exclusivamente dentro dos limites da vegetação de canga na tentativa de seguir o conceito de endemismo edáfico (Shaw, 1989; Kruckenberg, 2002), onde uma espécie vegetal permanece fiel a um substrato específico ao longo de sua distribuição, associada aos diferentes platôs das Serras de Carajás, os quais se estendem desde a região da Serra de Campos (São Félix do Xingu) até os platôs de ferro na região da Serra Leste. Neste grupo são ainda consideradas aquelas espécies endêmicas edáficas altamente restritas dos campos rupestres de Carajás, que apresentam restrições em sua distribuição a um ou alguns platôs da região de Serra Norte, Serra Sul ou Serra dos Campos.

2) Espécies endêmicas associadas a diferentes litologias: Neste grupo são registradas espécies que crescem em outros substratos em vegetação aberta (por exemplo, afloramentos arenéticos ou graníticos) ou na floresta abaixo ou ao redor do ferro-afloramento de minério, na região de Carajás no Sudeste do Pará e até mesmo em outros estados, sendo também registradas associadas aos Campos Rupestres Ferruginosos.

3) Endêmica do Brasil: Espécies registradas associadas aos Campos Rupestres Ferruginosos na região de Carajás e também associadas a outras litologias e fitofisionomias no Brasil, incluindo outras localidades e regiões. Cada táxon deste grupo apresenta uma distribuição distinta sem um padrão reconhecido.

4) Não endêmica do Brasil: Espécies registradas com ocorrência nos Campos Rupestres Ferruginosos na região de Carajás, associadas a outras fitofisionomias no Brasil e até mesmo em outros países da América do Sul e Central, podendo em alguns casos ser registradas em outros continentes (ex. África). Cada táxon deste grupo apresenta uma distribuição distinta, sem um padrão reconhecido.

Os dados de características germinativas das espécies são apresentados na sequência, sendo a viabilidade média inicial, a porcentagem média corrigida de germinação (i.e., levando em conta somente as sementes viáveis), a porcentagem de sementes vazias (sem embrião), a temperatura ótima para a germinação, o tempo médio de germinação, a presença ou ausência de dormência, o método de superação de dormência (caso a espécie apresente dormência), a porcentagem de germinação após os experimentos de quebra de dormência; sendo estabelecido o critério para a realização do experimento de quebra de dormência o percentual de germinação inferior a 50% das sementes viáveis. Além disso, foram ainda apresentados o peso em gramas de 100 sementes e a tolerância ou suscetibilidade à dessecação. Os dados de germinação foram obtidos através de experimentos laboratoriais, com luz e temperatura controlada e é de suma importância frisar que diversos fatores podem influenciar os dados de germinação de uma mesma espécie, como o lote, o ano de coleta, o tempo de armazenamento, o condicionamento, maturidade e qualidade das sementes. Corolário desta variação na germinação, algumas espécies foram classificadas inicialmente como não dormentes, mas experimentos posteriores indicam que as espécies apresentam dormência. Nestes poucos casos, as duas informações foram relatadas no Guia. A discrepância na classificação da dormência pode dever-se às diferenças no tempo de armazenamento antes do início dos experimentos de germinação e a variações interanuais ou intraespecíficas nos lotes de sementes.



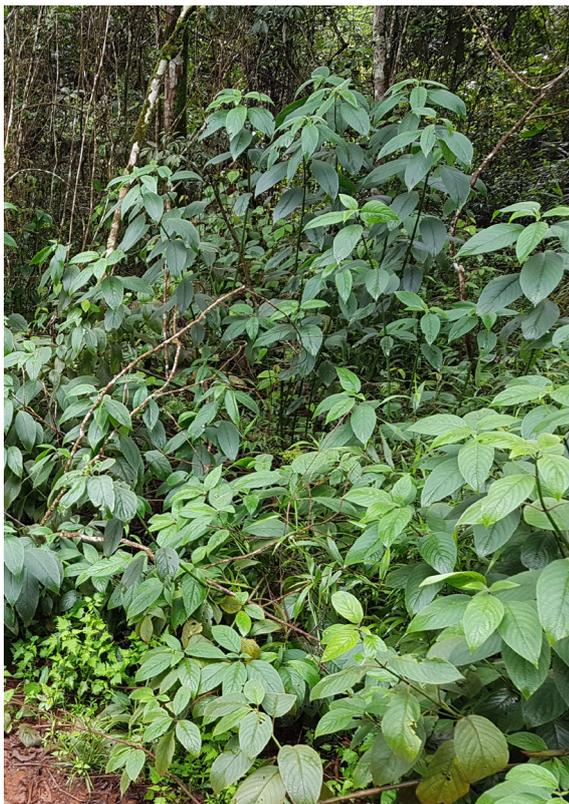
Figura 42. *Praxelis asperulacea* (Baker) R.M.King & H.Rob. (Fonte: A. Cardoso).



Figura 43. Plântulas de *Ipomoea cavalcantei* (Fonte: A. Cardoso).



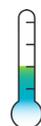
Protocolos de germinação



1. Hábito de *Ruellia anamariae* (Fonte: F. Santos);
2. *R. anamariae* em flor (Fonte: L. Tyski);
3. Detalhe da flor de *R. anamariae* (Fonte: L. Tyski);
4. Sementes de *R. anamariae* (Fonte: M. Zanetti).



65,6%



20°



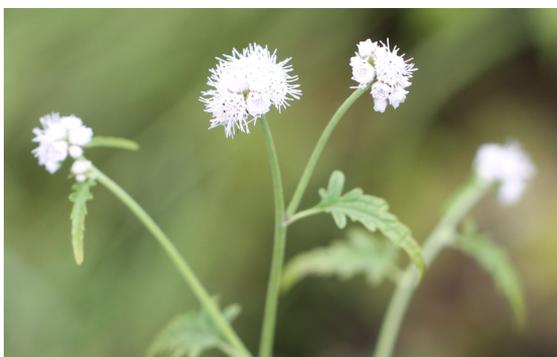
Ruellia anamariae A.S.Reis, A.Gil & C. Kameyama

NE

*Ruelia Ana Maria***Forma de vida:** Arbusto**Substrato:** Terrícola**Tipo de fruto:** Fruto seco (cápsula)

Identificação: *Ruellia anamariae* é reconhecida pelas lâminas foliares grandes (9,5–21 cm compr.), pegajosas, ovais a lanceoladas, pela inflorescência com corola amarelo esverdeado, com estames expostos (exsertos), além da entrada da corola em até 9–10,5 mm compr. Na Serra dos Carajás, ocorre também *R. exserta* que apresenta hábito trepador e lâminas foliares glabras características que a diferem de *R. anamariae* (Reis et al. 2017a; Reis et al. 2017b)

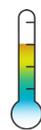
Status de conservação: Não avaliada (NE)**Distribuição:** Endêmica do Brasil (MA, PA)**Habitat:** Afloramentos rochosos de diferentes litologias e drenagens próximas a rios em borda de mata**Viabilidade média inicial:** 79% de sementes viáveis**Porcentagem média de germinação:** 65,6%**Porcentagem média de sementes vazias:** 2%**Temperatura ótima de germinação:** A espécie apresentou maior germinação em um menor tempo médio na temperatura de 20°C**Tempo médio de germinação:** Cerca de 15 dias**Dormência:** Não apresenta dormência**Peso de 100 sementes:** 0,815 gramas**Tolerância à dessecação:** Tolerante**Calendário de coleta de sementes:**



1. Hábito de *Cavalcantia glomerata* (Fonte: F. Santos);
2 e 3. Detalhe da flor de *C. glomerata* (Fonte: A. Cardoso);
4. Sementes de *C. glomerata* vista em lupa (Fonte: M. Zanetti).



19,3%



20°
20/30°C



Cavalcantia glomerata (G.M.Barroso & R.M.King)
R.M.King & H.Rob.



Mentrasto-da-canga

Forma de vida: Erva anual

Substrato: Terrícola

Tipo de fruto: Fruto seco (cipsela)

Identificação: Diferencia-se de *C. percyrosa* principalmente por apresentar capitulescência glomeruliforme, brácteas involucrais bisseriadas, receptáculo convexo, apresenta ainda corola com pontuações glandulares (Cruz et al. 2017; King & Robinson, 1980a)

Status de conservação: não avaliada (NE)

Distribuição: Endêmica restrita das cangas da Serra dos Carajás

Habitat: Restrita a Campos Rupestres Ferruginosos em geofácia de borda de Capão Florestal e Mata Baixa junto a rochas do sub-bosque

Viabilidade média inicial: 63,7% de sementes viáveis

Porcentagem média de germinação: 19,3%

Porcentagem média de sementes vazias: 1%

Temperatura ótima de germinação: 20°C e 20/30°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 35 dias

Dormência: Presença de dormência fisiológica

Método de superação de dormência: Ácido giberélico (GA3)

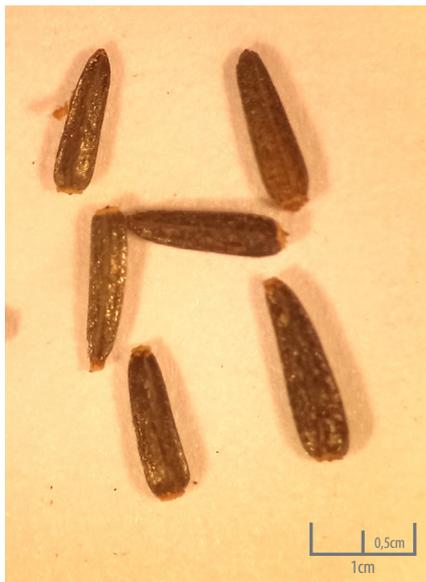
Porcentagem média de germinação após quebra de dormência: 43%

Peso de 100 sementes: 0,0057 gramas

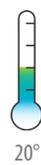
Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:





1. Hábito de *Cavalcantia percyrosa* (Fonte: A. Cardoso);
- 2 e 3. Detalhe da flor de *C. percyrosa* (Fonte: L. Tyski e A. Cardoso);
4. Sementes de *C. percyrosa* vista em lupa (Fonte: M. Zanetti).



Cavalcantia percymosa R.M.King & H.Rob.

NE

Mentrasta-grande-da-canga

Forma de vida: Erva anual

Substrato: Terrícola

Tipo de fruto: Fruto seco (cipsela)

Identificação: *C. percymosa* se diferencia de *C. glomerata* principalmente por apresentar capitulescência paniculiforme, brácteas involucrais em uma série e corola sem glândulas (Cruz et al. 2017; King & Robinson, 1980a)

Status de conservação: Não avaliada (NE)

Distribuição: Disjunta no todo território brasileiro (PA, MT, RJ)

Habitat: Em Carajás, é restrita a Campos Rupestres Ferruginosos de borda de capão florestal e Mata Baixa junto a rochas do sub-bosque

Viabilidade média inicial: 82,2% de sementes viáveis

Porcentagem média de germinação: 20,5%

Porcentagem média de sementes vazias: 2%

Temperatura ótima: 20°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 10 dias

Dormência: Presença de dormência fisiológica

Método de superação de dormência: Ácido giberélico (GA3)

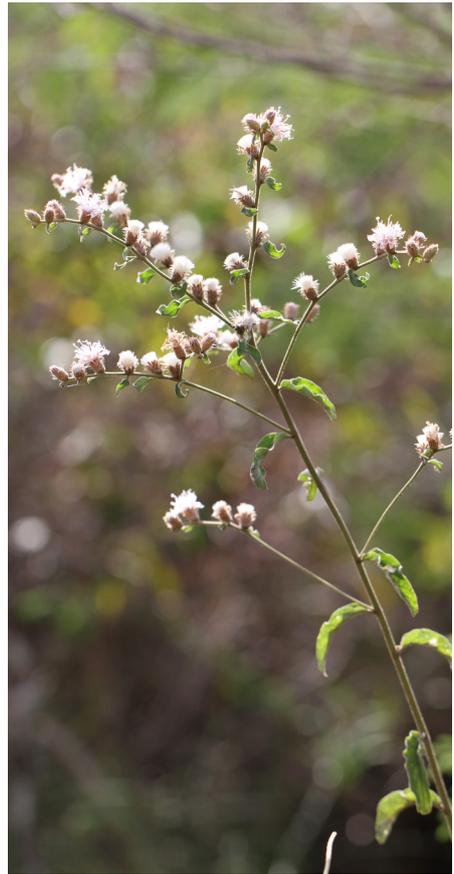
Porcentagem média de germinação após experimentos de quebra de dormência: 33%

Peso de 100 sementes: 0,0069 gramas

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:

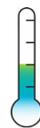




1 e 2. *Lepidaploa arenaria* em flor (Fonte: A. Cardoso);
3. Detalhe da flor de *L. arenaria* (Fonte: A. Cardoso e L. Tyski);
4. Sementes de *L. arenaria* (Fonte: M. Zanetti).



7,2%



20° e 25°



Lepidaploa arenaria (Mart. ex DC.) H.Rob.



Assa-peixe-da-canga

Forma de vida: Arbusto

Substrato: Terrícola

Tipo de fruto: Fruto seco (cipsela)

Identificação: *Lepidaploa arenaria* diferencia-se por apresentar ramos e pecíolos velutinos, lâminas foliares com face adaxial pubescente e face abaxial tomentosa, glândulas pontuadas ao longo da corola, com maior concentração na base da corola e no ápice dos lobos (Cruz et al. 2017)

Status de conservação: Não avaliada (NE)

Distribuição: Ampla, em todo território brasileiro

Habitat: Associada a áreas antropizadas em borda de estradas e acessos em cascalho e borda de floresta alterada

Viabilidade média inicial: 34% de sementes viáveis

Porcentagem média de germinação: 7,2%

Porcentagem média de sementes vazias: 66%

Temperatura ótima: 20°C e 25°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 28 dias

Dormência: Não apresenta dormência

Peso de 100 sementes: 0,054 gramas

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:





1. Hábito de *Lepidaploa paraensis* (Fonte: F. Santos);
2. *L. paraensis* em flor (Fonte: A. Cardoso);
3. Detalhe da flor de *L. paraensis* (Fonte: A. Cardoso);
4. Sementes de *L. paraensis* (Fonte: M. Zanetti).



Lepidaploa paraensis (H.Rob.) H.Rob.

Assa-peixa-pequeno-da-canga

Forma de vida: Subarbusto

Substrato: Terrícola

Tipo de fruto: Fruto seco (cipsela)

Identificação: *Lepidaploa paraensis* difere-se de suas cogenéricas por apresentar ramos decumbentes, sendo estes os pecíolos e as brácteas de coloração vinácea. Os capítulos possuem eixo epaleáceos, as brácteas involucrais possuem de 4-5 séries e cipsela com pápus bisseriado (Cruz et al. 2017; Robinson, 1980)

Status de conservação: Não avaliada (NE)

Distribuição: Endêmica restrita das cangas da Serra dos Carajás

Habitat: Restrita a Campos Rupestres Ferruginosos em geofácie de Campo Graminoso e Campo Brejoso

Viabilidade média inicial: 25% de sementes viáveis

Porcentagem média de germinação: 0,6%

Porcentagem média de sementes vazias: 93%

Temperatura ótima: 20°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 20 dias

Dormência: Não apresenta dormência

Peso de 100 sementes: 0,03 gramas

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:





1. Hábito de *Monogereion carajensis* (Fonte: P. L. Viana);

2. Brotação de *M. carajasensis* (Fonte: A. Cardoso);

3. Detalhe de *M. carajasensis* (Fonte: L. Tyski);

4 e 5. Sementes de *M. carajasensis* (Fonte: A. Cardoso e H. Vieira).



13,3%



30°



Monogereion carajensis G.M.Barroso & R.M.King

Pegajosa-lilás



Forma de vida: Erva anual

Substrato: Terrícola

Tipo de fruto: Fruto seco (cipsela)

Identificação: Apresenta tricomas pubescentes glandulares que causam leve odor e textura pegajosa. Apresentam capitulescência corimbiforme, fruto (cipsela) hispida e pápus coroniforme (Cruz et al. 2017)

Status de conservação: Criticamente ameaçada (CR) MMA/2022 e COEMA/2007

Distribuição: Endêmica das cangas da Serra dos Carajás

Habitat: Restrita a Campos Rupestres Ferruginosos em geofácie Mata Baixa junto a rochas do sub-bosque, ocorre em vegetação rupestre arbustiva e em áreas antropizadas

Viabilidade média inicial: 60,5% de sementes viáveis

Porcentagem média de germinação: 13,3%

Porcentagem média de sementes vazias: 0%

Temperatura ótima: 30°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 35 dias

Dormência: Apresenta dormência fisiológica

Método de superação de dormência: Ácido giberélico (GA3)

Porcentagem média de germinação após experimentos de quebra de dormência: 29%

Peso de 100 sementes: 0,007 gramas

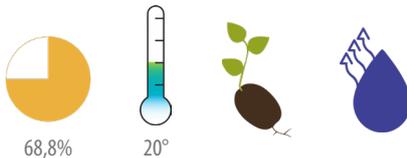
Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:





1. Hábito de *Parapiqueria cavalcantei* (Fonte: F. Santos);
2. Indivíduos de *P. cavalcantei* (Fonte: F. Santos);
3. *P. cavalcantei* em flor (Fonte: F. Santos);
4. Sementes de *P. cavalcantei* (Fonte: M. Zanetti).



Parapiqueria cavalcantei R.M.King & H.Rob.

NE

Forma de vida: Erva anual

Substrato: Terrícola

Tipo de fruto: Fruto seco (cipsela)

Identificação: Difere-se das demais espécies por ser uma planta tenra, diminuta (até 15cm de altura), folha séssil. Possui capitulescência em panículas tirsóides e capítulos laxos, com flores desprovidas de pápus (King & Robinson, 1980b)

Status de conservação: Não avaliada (NE)

Distribuição: Endêmica altamente restrita das cangas da FLONA Carajás

Habitat: Restrita a Campos Rupestres Ferruginosos em drenagens em borda de rochas associada a geofácie de Mata Baixa

Viabilidade média inicial: 89,1% de sementes viáveis

Porcentagem média de germinação: 68,8%

Porcentagem média de sementes vazias: 16%

Temperatura ótima: 20°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 32 dias

Dormência: Não apresenta dormência (Zanetti et al. 2020), contudo foram registrados lotes de sementes com presença de dormência fisiológica (D. Escobar, observação pessoal)

Peso de 100 sementes: 0,002 gramas (Zanetti et al. 2020); 0,001g (D. Escobar, observação pessoal)

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:

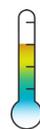




1. Hábito de *Praxelis asperulacea* (Fonte: L. Tyski);
2. Detalhe da flor de *P. asperulacea* (Fonte: A. Cardoso);
3. Sementes de *P. asperulacea* (Fonte: M. Zanetti).



59,6%



20°
30°
35°



Praxelis asperulacea (Baker) R.M.King & H.Rob.

NE

Forma de vida: Erva anual

Substrato: Terrícola

Tipo de fruto: Fruto seco (cipsela)

Identificação: Pode ser eventualmente confundida com *Parapiqueria cavalcantei* em função da presença de folhas sésseis, opostas, lâmina espatulada, ápice obtusos a agudos, bases atenuadas, margens inteiras. Entretanto, se diferencia por apresentar capitulescência corimbiforme ou mais raramente capítulo solitário, coloração diferenciada devido às flores rosas (Cruz et al. 2017)

Status de conservação: Não avaliada (NE)

Distribuição: Não endêmica do Brasil ocorre na Amazônia brasileira (AM, PA, RR) e Centro-Oeste (MT)

Habitat: Em Carajás ocorre em a Campos Rupestres Ferruginosos em geofácie de Campo Graminoso e Campo Brejoso

Viabilidade média inicial: 85,7% de sementes viáveis

Porcentagem média de germinação: 59,6%

Porcentagem média de sementes vazias: 21%

Temperatura ótima: 20°C, 30°C e 35°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 12 dias

Dormência: Não apresenta dormência

Peso de 100 sementes: 0,025 gramas

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:





1. Hábito de *Anemopaegma carajasense* (Fonte: L. Tyski);
2. Fruto de *A. carajasense* (Fonte: F. Santos);
3. Detalhe de flor de *A. carajasense* (Fonte: L. Tyski);
4. Sementes de *A. carajasense* (Fonte: M. Zanetti).



93%



30°
35°



Anemopaegma carajasense A.H. Gentry ex
Firetti-Leggieri & L.G. Lohmann



Ipê-da-canga

Forma de vida: Arbusto escandente

Substrato: Terrícola

Tipo de fruto: Fruto seco (cápsula)

Identificação: Difere-se por apresentar perfis da gema axilar foliáceos, folhas pendentes em relação ao ramo, pecíolos longos e folíolos lanceolados e tricomas glandulares cupular-pateliformes na porção apical do tubo da corola (Lohmann et al. 2018)

Status de conservação: Não avaliada (NE)

Distribuição: Endêmica restrita das cangas das Serras de Carajás

Habitat: Restrita a Campos Rupestres Ferruginosos em geofácies de Vegetação Rupestre Arbustiva, Vegetação Rupestre Aberta, Mata Baixa e Campos Graminosos

Viabilidade média inicial: 93% de sementes viáveis

Porcentagem média de germinação: 93%

Porcentagem média de sementes vazias: 0%

Temperatura ótima: 30°C e 35°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 10 dias

Dormência: Não apresenta dormência

Peso de 100 sementes: 0,982 gramas

Tolerância à dessecação: Suscetível à dessecação (Zanetti et al. 2020), porém Escobar (observação pessoal, 2023) classifica a espécie como tolerante à dessecação, já que a viabilidade de sementes recém-colhidas e sementes secas a 5% o teor de umidade não difere

Calendário de coleta de sementes:

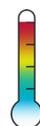




1. Hábito de *Dyckia duckei* (Fonte: A. Cardoso);
2. Detalhe da flor de *D. duckei* (Fonte: A. Cardoso);
3. Detalhe de *D. duckei* (Fonte: A. Cardoso);
4. Semente de *D. duckei* em germinação (Fonte: D. Escobar).



41,1%



25°
30°
40°



Dyckia duckei L.B.Sm.



Dyckia da canga

Forma de vida: Erva com folhas em roseta

Substrato: Rupícola

Tipo de fruto: Fruto seco (cápsula)

Identificação: *Dyckia duckei* diferencia-se das demais espécies de Bromeliaceae de Carajás por apresentar inflorescência axilar, ovário súpero e fruto tipo cápsula

Status de conservação: Não avaliada (NE)

Distribuição: Endêmica do Brasil (MA, MT, PA)

Habitat: Em Carajás ocorre associada a afloramentos de granito e a Campos Rupestres Ferruginosos em geofácies de Vegetação Rupestre Aberta e Lajedos

Viabilidade média inicial: 82,2% de sementes viáveis

Porcentagem média de germinação: 41,1%

Porcentagem média de sementes vazias: 35%

Temperatura ótima: 25°C, 30°C e 40°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 15 dias

Dormência: Não apresenta dormência

Peso de 100 sementes: 0,11 gramas

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:

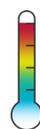




1. Hábito de *Ipomoea carajasensis* (Fonte: L. Tyski);
2. *I. carajasensis* em flor (Fonte: L. Tyski);
3. Detalhe da flor de *I. carajasensis* (Fonte: L. Tyski);
4. Sementes de *I. carajasensis* (Fonte: M. Zanetti).



9,3%



20°
25°
30°
35°
40°



Ipomoea carajasensis D.F. Austin

Jitirana



Forma de vida: Erva trepadeira

Substrato: Rupícola

Tipo de fruto: Fruto seco (cápsula)

Identificação: Dentre as variações observadas ao longo da distribuição, não é possível delimitar de espécies congênicas. É relacionada com *I. maurandioides*, uma espécie mais robusta, com sépalas maiores e mais largas e com folhas mais largas, mas há indivíduos desta que são muito parecidos com *I. carajasensis* (Simão-Bianchini et al. 2023)

Status de conservação: Vulnerável (VU) MMA/2022 e Ameaçada (EN) COEMA/2007

Distribuição: Endêmica do Brasil (PA, TO, GO, MT, MS, MG)

Habitat: Em Carajás restrita a Campos Rupestres Ferruginosos em geofácies de Vegetação Rupestre Aberta, Campos Graminosos e Lajedos de Canga e outras litologias

Viabilidade média inicial: 77,3% de sementes viáveis

Porcentagem de germinação: 9,3%

Porcentagem de sementes vazias: 0%

Temperatura ótima: 20°C, 25°C, 30°C, 35°C, 40°C e 20/30°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 17 dias

Dormência: Apresenta dormência física

Método de superação de dormência: Escarificação mecânica com lixa

Porcentagem média de germinação após quebra de dormência: 27,3%

Peso de 100 sementes: 2,23 gramas

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:





1. Hábito de *Ipomoea cavalcantei* (Fonte: A. Cardoso);
2. Detalhe da flor de *I. cavalcantei* (Fonte: A. Cardoso);
3. Frutos de *I. cavalcantei* (Fonte: A. Cardoso);
4. Sementes de *I. cavalcantei* (Fonte: M. Zanetti).



29%



Ipomoea cavalcantei D.F. Austin

EN

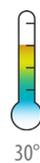
EN

Flor-de-Carajás

Forma de vida: Erva trepadeira**Substrato:** Rupícola**Tipo de fruto:** Fruto seco (cápsula)**Identificação:** *Ipomoea cavalcantei* se destaca pela beleza da corola vermelha e pelas folhas cartáceas, elípticas a oblongas, muito semelhantes àquelas de *I. marabaensis*, entretanto, a corola campanulado-infundibuliforme, de coloração rosada, e seu tamanho maior permitem facilmente a separação destas duas espécies (Austin, 1981; Simão-Bianchini et al. 2016; Simão-Bianchini, 2023)**Status de conservação:** Ameaçada (EN) MMA/2022 e COEMA/2007**Distribuição:** Endêmica altamente restrita à Serra Norte (FLONA Carajás)**Habitat:** Restrita a Campos Rupestres Ferruginosos em geofácies de Vegetação Rupestre Aberta, Vegetação Rupestre Arbustiva, Matas Baixas, Campos Graminosos e Lajedos**Viabilidade média inicial:** 85% de sementes viáveis**Porcentagem de germinação:** 29%**Porcentagem de sementes vazias:** 0% (alta predação pré-dispersão)**Temperatura ótima:** não avaliado**Tempo médio de germinação:** cerca de 10 dias**Dormência:** Apresenta dormência física**Método de superação de dormência:** Escarificação mecânica com lixa**Porcentagem média de germinação após quebra de dormência:** 80%**Peso de 100 sementes:** 3.5 gramas**Tolerância à dessecação:** Tolerante**Calendário de coleta de sementes:**



1. Hábito de *Bulbostylis cangae* (Fonte: F. Santos);
2. Detalhe de *B. cangae* (Fonte: L. Tyski);
3. Flores de *B. cangae* (Fonte: F. Santos);
4. Sementes de *B. cangae* vistas em lupa (Fonte: M. Zanetti).



Bulbostylis cangae C.S. Nunes & A. Gil

NE

Forma de vida: Erva

Substrato: Terrícola

Tipo de fruto: Fruto seco (aquênio)

Identificação: *Bulbostylis cangae* assemelha-se a *B. medusae* pelas inflorescências capituliformes, espiguetas ovoides, porém, diferenciam-se pela presença de caudex coberto por bainhas senescentes persistentes, tricomas castanhos, espiguetas glabras na base e frutos (aquênios) obovoides (Nunes et al. 2016a; Nunes et al. 2017)

Status de conservação: Não avaliada (NE)

Distribuição: Endêmica das cangas da FLONA Carajás e PARNA Campos Ferruginosos

Habitat: Restrita a Campos Rupestres Ferruginosos em Campos Graminosos e Lajedos

Viabilidade média inicial: 63,8% de sementes viáveis

Porcentagem média de germinação: 1,3%

Porcentagem média de sementes vazias: 12%

Temperatura ótima: 30°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 20 dias

Dormência: Apresenta dormência fisiológica

Método de superação de dormência: Não superada após Ácido Giberélico (GA3)

Porcentagem média de germinação após experimentos de quebra de dormência: 2%

Peso de 100 sementes: 0,014 gramas

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:

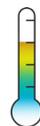




1. Hábito de *Eleocharis pedroviana* (Fonte: F. Santos);
2. Detalhe de *E. pedroviana* (Fonte: F. Santos);
- 3 e 4. Flores de *E. pedroviana* (Fonte: L. Tyski);
5. Semente de *E. pedroviana* vista em lupa (Fonte: M. Zanetti).



41,9%



20°
25°
20°/30°



Eleocharis pedroviana C.S. Nunes,
R. Trevis. & A. Gil

Junquinho-das-lagoas-de-canga

Forma de vida: Erva anual

Substrato: Aquática

Tipo de fruto: Fruto seco (aquênio)

Identificação: *Eleocharis pedroviana* caracteriza-se por ser uma erva anual submersa com folhas flutuantes e ramos férteis parcialmente emergentes e estéreis submersos, com morfologia diferente das espiguetas dos ápices dos escapos férteis. Os frutos (aquênios) de ambos os tipos de espiguetas são semelhantes (Nunes et al. 2016a; Nunes et al. 2016b)

Status de conservação: Não avaliada (NE)

Distribuição: Endêmica restrita das cangas das Serras de Carajás

Habitat: Restrita a Campos Rupestres Ferruginosos em ambientes sob influência hídrica, nas geofácies de Campos Graminosos, Brejosos, Lagoas permanentes e temporárias e Lajedos

Viabilidade média inicial: 47,8% de sementes viáveis

Porcentagem média de germinação: 41,9%

Porcentagem média de sementes vazias: 31%

Temperatura ótima: 20°C, 25°C e 20/30°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 25 dias

Dormência: Não apresenta dormência

Peso de 100 sementes: 0,004 gramas

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:





1. Hábito de *Hypolytrum paraense* (Fonte: A. Cardoso);
2. Inflorescências imaturas de *H. paraense* (Fonte: F. Santos);
3. Frutos imaturos de *H. paraense* (Fonte: A. Cardoso);
4. Inflorescência de *H. paraense* (Fonte: A. Cardoso);
5. Sementes de *H. paraense* (Fonte: M. Zanetti).



1,3%



25°
30°
35°



Hypolytrum paraense M.Alves & W.W.Thomas

Capim-navalha



Forma de vida: Erva

Substrato: Terrícola / rupícola

Tipo de fruto: Fruto seco (aquênio)

Identificação: Caracterizada pela presença de bulbos na base da planta, lâminas foliares plicadas, inflorescências paniculiformes castanho-amareladas e frutos (aquênios) rugosos (Alves et al. 2002; Nunes et al. 2016a)

Status de conservação: Ameaçada (EN) MMA/2022 e Vulnerável (VU) COEMA/2007

Distribuição: Endêmica do Brasil da Peri-Amazônia na transição Cerrado-Floresta Ombrófila (PA, TO) (Alves et al. 2003)

Habitat: Restrita a ambientes de Floresta ombrófila em platô, Mata Baixa e também registrada associada a drenagens em borda da canga

Viabilidade média inicial: 68,6% de sementes viáveis

Porcentagem média de germinação: 1,3%

Porcentagem de sementes vazias: 8%

Temperatura ótima: 25°C, 30°C e 35°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 30 dias

Dormência: Apresenta dormência fisiológica

Método de superação de dormência: Não superada por Ácido giberélico (GA3)

Porcentagem de germinação pós quebra de dormência: 1,4%

Peso de 100 sementes: 1,4 gramas

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:

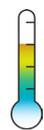




1. Hábito de *Eriocaulon carajense* (Fonte: L. Tyski);
2. Indivíduo de *E. carajense* em flor (Fonte: L. Tyski);
3. Detalhe da flor de *E. carajense* (Fonte: L. Tyski);
4. Semente de *E. carajense* vista em lupa (Fonte: D. Escobar).



95,3%



20/30°



Eriocaulon carajense Moldenke

Sempre-viva-da-canga

Forma de vida: Erva anual

Substrato: Aquática

Tipo de fruto: Fruto seco (cápsula)

Identificação: Erva anual de fácil reconhecimento devido ao capítulo hemisférico com brácteas involucrais creme a douradas, flor pistilada com as duas sépalas laterais e a ventral gibosas e pétala dorsal bem maior que as demais. Foi considerada rara por Giuliatti e colaboradores (2009) por ser conhecida apenas pelo material-tipo, entretanto, devido ao grande número de populações conhecidas atualmente, hoje é tida como comum. Na Serra Norte (platô N1), ocorre simpatricamente com *E. aff. setaceum* e *E. cinereum* havendo sincronia das fenofases de flores e frutos (Watanabe et al. 2017)

Status de conservação: Não avaliada (NE)

Distribuição: Endêmica restrita das cangas da Serra de Carajás

Habitat: Restrita a Campos Rupestres Ferruginosos em ambientes sob influência hídrica, nas geofácies de Lagoas permanentes e temporárias

Viabilidade média inicial: 93% de sementes viáveis

Porcentagem média de germinação: 95,3%

Porcentagem média de sementes vazias: 0%

Temperatura ótima: Alternada de 20/30 °C

Tempo médio de germinação: Cerca de 5 dias

Dormência: Não apresenta dormência

Peso de 100 sementes: 0,01 gramas

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:

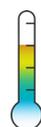




1. Hábito de *Paepalanthus fasciculoides* (Fonte: acervo Vale);
2. Indivíduos de *P. fasciculoides* em flor (Fonte: A. Cardoso);
3. Detalhe de *P. fasciculoides* em flor (Fonte: A. Cardoso);
4. Sementes de *P. fasciculoides* vistas em lupa (Fonte: M. Zanetti).



83,3%



20°
30°



Paepalanthus fasciculoides Hensold

Pinheirinho-da-canga

Forma de vida: Erva anual

Substrato: Terrícola / rupícola

Tipo de fruto: Fruto seco (cápsula)

Identificação: *Paepalanthus fasciculoides* diferencia-se pelo caule geralmente não ramificado, brácteas involucrais obovais, castanho-escuras, quase enegrecidas. Formam populações com grande número de indivíduos (Watanabe et al. 2017)

Status de conservação: Não avaliada (NE)

Distribuição: Não endêmica do Brasil, ocorrendo em disjunção entre os Tepuis (Venezuela) e as Serras de Carajás (PA-Brasil)

Habitat: Em Carajás ocorre em ambientes sob influência hídrica, nas geofácies de Campos Graminosos, brejosos, lagoas temporárias, sendo comum em bordas de capão e florestas e acessos onde o banco de sementes foi exposto

Viabilidade média inicial: 88% de sementes viáveis

Porcentagem média de germinação: 83,3%

Porcentagem média de sementes vazias: 0%

Temperatura ótima: 20°C e 30°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 35 dias

Dormência: Não apresenta dormência

Peso de 100 sementes: 0,228 gramas

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:





1. Indivíduo de *Bauhinia pulchella* em flor (Fonte: A. Cardoso);
- 2 e 3. Detalhes da flor de *B. pulchella* (Fonte: A. Cardoso);
4. Sementes de *B. pulchella* (Fonte: M. Zanetti).



81,4%



25°



Bauhinia pulchella Benth.

Pata-de-vaca-miúda

Forma de vida: Arbusto / árvore

Substrato: Terrícola

Tipo de fruto: Fruto seco (Legume)

Identificação: *Bauhinia pulchella* é distinta pelas folhas glaucas abaxialmente e pequenas, com cerca de 4 cm de comprimento. Considerada uma das espécies-chave que caracterizam a vegetação de canga, pela sua abundância e importância em todos os estratos da vegetação e sua utilização na recuperação ambiental (Mattos et al. 2018)

Status de conservação: Não avaliada (NE)

Distribuição: Não endêmica do Brasil - ampla no território brasileiro

Habitat: Ocorre em Campo Rupestre em geofácies de Vegetação Rupestre Arbustiva, Vegetação Rupestre Aberta, Mata Baixa, Carrasco, Cerrado (*lato sensu*), Floresta Estacional Decidual

Viabilidade média inicial: 84% de sementes viáveis

Porcentagem média de germinação: 81,4%

Porcentagem média de sementes vazias: 3%

Temperatura ótima: 25°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 10 dias

Dormência: Não apresenta dormência

Peso de 100 sementes: 5,18 gramas

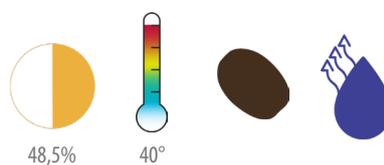
Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:





1. Hábito de *Chamaecrista desvauxii* (Fonte: F. Santos);
- 2 e 3. Detalhe de *C. desvauxii* com flor e fruto (Fonte: L. Tyski);
4. Sementes de *C. desvauxii* (Fonte: M. Zanetti).



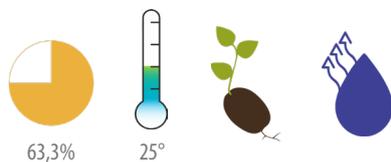
Chamaecrista desvauxii (Collad.) Killip

NE

Forma de vida: Arbusto / subarbusto**Substrato:** Terrícola / rupícola**Tipo de fruto:** Fruto seco (Legume)**Identificação:** *Chamaecrista desvauxii* diferencia-se pela folha tetrafoliolada, folíolos glaucos e estípula ovada, largo-elíptica ou oblonga, com ápice arredondado, levemente acuminado (Mattos et al. 2018)**Status de conservação:** Não avaliada (NE)**Distribuição:** Não endêmica do Brasil - Ampla no território brasileiro**Habitat:** Em Carajás, ocorre em geofácies de Vegetação Rupestre Arbustiva, Vegetação Rupestre Aberta, Campo Graminoso e Lajedos. Em outras localidades, ocorre também em Carrasco, Cerrado (*lato sensu*), Floresta Estacional Decidual**Viabilidade média inicial:** 95% (D. Escobar, observação pessoal) 53,7% de sementes viáveis (Zanneti et al. 2020)**Porcentagem média de germinação:** 48,5%**Porcentagem média de sementes vazias:** 8%**Temperatura ótima:** 40°C**Tempo médio de germinação:** Cerca de 20 dias**Dormência:** Apresenta dormência física (D. Escobar, observação pessoal)**Peso de 100 sementes:** 0,79 gramas**Tolerância à dessecação:** Tolerante**Calendário de coleta de sementes:**



1. Hábito de *Mimosa acutistipula* var. *ferrea* (Fonte: L. Tyski);
2. População de *M. acutistipula* var. *ferrea* em flor (Fonte: L. Tyski);
3. Detalhe da flor de *M. acutistipula* var. *ferrea* (Fonte: L. Tyski);
4. Sementes de *M. acutistipula* var. *ferrea* (Fonte: M. Zanetti).



Mimosa acutistipula var. *ferrea* Barneby

EN

Vem-cá-meu-bem; jurema

Forma de vida: Arbusto / árvore**Substrato:** Terrícola**Tipo de fruto:** Fruto seco (craspédio)**Identificação:** *Mimosa acutistipula* var. *ferrea* diferencia-se das demais espécies bipinadas ocorrentes na Serra dos Carajás pela inflorescência racemosa espiciforme e craspédio castanho-avermelhado quando imaturo (Mattos et al. 2018)**Status de conservação:** Ameaçada (EN) COEMA/2007**Distribuição:** Endêmica do Brasil (PA, MA)**Habitat:** Em Carajás ocorre nos Campos Rupestres Ferruginosos em geofácies de Vegetação Rupestre Arbustiva, Vegetação Rupestre Aberta e Mata Baixa e no estado do Maranhão, em Floresta Estacional Decidual**Viabilidade média inicial:** 86,6% de sementes viáveis**Porcentagem média de germinação:** 63,3%**Porcentagem média de sementes vazias:** 0%**Temperatura ótima:** 25°C**Tempo médio de germinação:** Cerca de 27 dias**Dormência:** Não apresenta dormência**Peso de 100 sementes:** 0,67 gramas**Tolerância à dessecação:** Tolerante**Calendário de coleta de sementes:**



1. Hábito de *Mimosa dasilvae* (Fonte: F. Santos);
2. Frutos de *M. dasilvae* (Fonte: F. Santos);
3. Detalhe da flor de *M. dasilvae* (Fonte: F. Santos);
4. Sementes de *M. dasilvae* (Fonte: M. Zanetti).

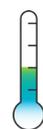




1. Hábito de *Mimosa skinneri* var. *carajarum* (Fonte: F. Santos);
- 2 e 3. Detalhe da flor de *M. skinneri* var. *carajarum* (Fonte: A. Cardoso e L. Tyski);
4. Sementes de *M. skinneri* var. *carajarum* (Fonte: M. Zanetti).



42%



25°
30°



Mimosa skinneri var. *carajarum* Barneby

Mimosa-da-canga

Forma de vida: Erva

Substrato: Terrícola

Tipo de fruto: Fruto seco (craspédio)

Identificação: *Mimosa skinneri* var. *carajarum*, distingue-se pelas folhas com 1-2 pares de pinas, 3-8 pares de foliólulos, obovados ou oblongo-obovados e fruto (craspédio) com 3-4 artículos circulares a elípticos, glabro ou pouco piloso. Barneby (1991) reconhece três variedades para a espécie, a variedade *carajarum* difere das demais pelo ramo glabro a esparso-piloso e fruto estipitado (Mattos et al. 2018)

Status de conservação: Criticamente ameaçada (CR) MMA/2022 e Vulnerável (VU) COEMA/2007

Distribuição: Endêmica das cangas das Serra de Carajás

Habitat: Restrita a Campos Rupestres Ferruginosos em ambientes sob influência hídrica, nas geofácies de Campos Graminosos, Lagoas temporárias e Lajedos

Viabilidade média inicial: 78% de sementes viáveis

Porcentagem média de germinação: 42%

Porcentagem média de sementes vazias: 0%

Temperatura ótima: 25°C e 30°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 30 dias

Dormência: Apresenta dormência física

Método de superação de dormência: Escarificação mecânica por lixa

Porcentagem média de germinação após quebra de dormência: 92%

Peso de 100 sementes: 0,89 gramas

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:

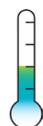




1. Hábito de *Chelonanthus purpurascens* (Fonte: L. Tyski);
- 2 e 3. Detalhes da flor de *C. purpurascens* (Fonte: L. Tyski e A. Cardoso);
4. Sementes de *C. purpurascens* vistas em lupa (Fonte: M. Zanetti).



72%



20°



Chelonanthus purpurascens (Aubl.) Struwe et al.

Tabacarana

Forma de vida: Erva / subarbusto

Substrato: Terrícola

Tipo de fruto: Fruto seco (cápsula)

Identificação: *Chelonanthus purpurascens* é reconhecida pelas folhas ovado-lanceoladas, flores violáceas com linhas alvas na base e os estames com filetes alvos e anteras cremes, além do estigma alvo (Guimarães et al. 2018)

Status de conservação: Não avaliada (NE)

Distribuição: Não endêmica do Brasil - ampla no território brasileiro

Habitat: Em Carajás, ocorre em geofácies de Vegetação Rupestre Arbustiva, Vegetação Rupestre Aberta, em transição de Campo para Mata de Encosta e em Mata na margem de Lagoa. Em outras regiões ocorre também em Campinarana, Cerrado (*lato sensu*), Savana Amazônica, Vegetação sobre Afloramentos de outras litologias

Viabilidade média inicial: 85,2% de sementes viáveis

Porcentagem média de germinação: 72%

Porcentagem média de sementes vazias: 4%

Temperatura ótima: 20°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 25 dias

Dormência: Não apresenta dormência

Peso de 100 sementes: 0,002 gramas

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:





1. Hábito de *Sinningia minima* (Fonte: C. Vidal);
2. Detalhes da flor de *S. minima* (Fonte: F. Santos);
3. Semente de *S. minima* vista em lupa (Fonte: D. Escobar).



Sinningia minima A.O.Araujo & Chautems

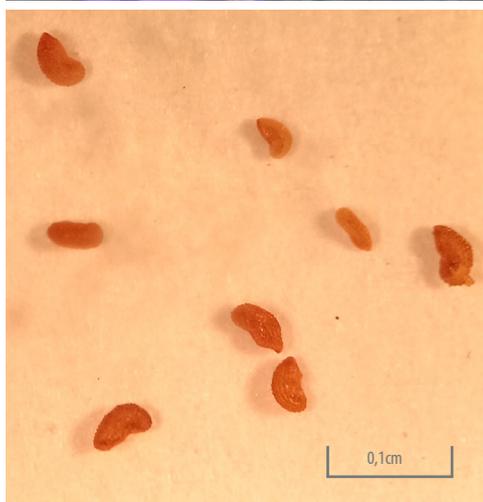
NE

Forma de vida: Erva**Substrato:** Rupícola**Tipo de fruto:** Fruto seco (cápsula)**Identificação:** Difere-se por seu tamanho total muito pequeno (< 25 mm); folhas com margem serrilhada; corola ventricosa com pontos vináceos no interior do tubo. Distingue-se de todas as outras espécies de *Sinningia* por seu androceu reduzido a dois estames férteis (vs. quatro) (Araujo & Chautems, 2015)**Status de conservação:** Não avaliada (NE)**Distribuição:** Endêmica das cangas das Serras de Carajás**Habitat:** Restrita a Campos Rupestres Ferruginosos em drenagens em borda de rochas associada a geofácie de Mata Baixa e em rochas nas bordas da Floresta Ombrófila**Viabilidade média inicial:** 80% das sementes são viáveis, segundo teste de viabilidade morfológica (sementes com aparência saudável e presença de embrião). (D. Escobar, observação pessoal)**Porcentagem média de germinação:** 3%**Porcentagem média de sementes vazias:** <5%**Temperatura ótima:** Não estimado**Tempo médio de germinação:** Germinação muito baixa (3%)**Dormência:** Apresenta dormência fisiológica (D. Escobar, observação pessoal)**Peso de 100 sementes:** 0,001 gramas**Tolerância à dessecação:** Não estimado, mas provavelmente tolerante dada a proximidade taxonômica com *Sinningia speciosa* (G.Lodd. ex Ker Gawl.) Hiern, a qual apresenta sementes com comportamento ortodoxo (Priestley, 1986)**Calendário de coleta de sementes:**



1. Hábito de *Brasilianthus carajensis* (Fonte: A. Cardoso);
2. Detalhe de indivíduo de *B. carajensis* em flor (Fonte: A. Cardoso);
3. Detalhe da flor de *B. carajensis* em flor (Fonte: A. Cardoso);
4. Sementes de *B. carajensis* vistas em lupa (Fonte: M. Zanetti).

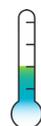




1. Hábito de *Pleroma carajasense* (Fonte: C. Vidal);
2. Detalhe das flores de *P. carajasense* (Fonte: F. Santos);
3. Flores de *P. carajasense* (Fonte: C. Vidal);
4. Sementes de *P. carajasense* vistas em lupa (Fonte: M. Zanetti).



33,2%



20°
25°



Pleroma carajasense K.Rocha, R.Goldenb. & F.S.Mey

NE

Quaresmeira-da-canga

Forma de vida: Arbusto

Substrato: Terrícola

Tipo de fruto: Fruto seco (cápsula)

Identificação: *Pleroma carajasense* facilmente reconhecida por ser um arbusto de porte pequeno (0,6-3m alt.), com copa encorpada e ramos com ritidoma. Difere-se pelas folhas cartáceas com base cuneiforme a obtusa. Apresenta ainda frutos costados com cálice persistente e pétalas desde lilases escuras a roxas com a base branca (Rocha et al. 2017a; Rocha et al. 2017b)

Status de conservação: Não avaliada (NE)

Distribuição: Endêmica das cangas das Serras de Carajás

Habitat: Ocorre em Campos Rupestres Ferruginosos em geofácie Vegetação Rupestre Arbustiva, Vegetação Rupestre Aberta e Mata Baixa

Viabilidade média inicial: 63% de sementes viáveis

Porcentagem média de germinação: 33,2%

Porcentagem média de sementes vazias: 41%

Temperatura ótima: 20°C e 25°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 20 dias

Dormência: Não apresenta dormência

Peso de 100 sementes: 0,003 gramas

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:

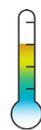




1. *Tibouchina edmundoi* em flor (Fonte: L. Tyski);
2. Detalhe dos frutos de *T. edmundoi* (Fonte: F. Santos);
3. Detalhe da flor de *T. edmundoi* (Fonte: F. Santos);
4. Sementes de *T. edmundoi* vistas em lupa (Fonte: M. Zanetti).



92%



20°
25°
20°/30°



Tibouchina edmundoi Brade

NE

Forma de vida: Arbusto

Substrato: Terrícola

Tipo de fruto: Fruto seco (cápsula)

Identificação: *Tibouchina edmundoi* é um arbusto de aproximadamente 2-3 m de altura, com lâminas caracteristicamente ásperas e obovadas com base cuneada. Em Carajás é comum observar populações de *T. edmundoi* e *Pleroma carajasense* em simpatria na canga, sendo espécies superficialmente semelhantes. Porém, podem ser distinguidas pelo indumento escamoso na superfície foliar em *T. edmundoi*, contrastando com o indumento seríceo nestas estruturas em *P. carajasense* (Rocha et al. 2017a)

Status de conservação: Não avaliada (NE)

Distribuição: Endêmica do Pará

Habitat: Ocorre em Campos Rupestres Ferruginosos em geofácia Vegetação Rupestre Arbustiva, Vegetação Rupestre Aberta e Mata Baixa, ocorre ainda em Campo de Várzea

Viabilidade inicial: -

Porcentagem de germinação: 92%

Porcentagem de sementes vazias: -

Temperatura ótima: 20°C, 25°C e 20/30°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 10 dias

Dormência: Não apresenta dormência

Peso de 100 sementes: 0,009 gramas

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:

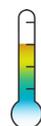




1. Hábito de *Axonopus carajasensis* (Fonte: A. Cardoso);
2. Frutos de *A. carajasensis* (Fonte: A. Cardoso);
3. Detalhe das flores de *A. carajasensis* (Fonte: A. Cardoso);
4. Sementes de *A. carajasensis* (Fonte: M. Zanetti).



2%



30°



Axonopus carajasensis Bastos



Forma de vida: Erva

Substrato: Terrícola

Tipo de fruto: Fruto seco (cariopse)

Identificação: *Axonopus carajasensis* é uma espécie perene de fácil reconhecimento pela gluma superior profundamente sulcada entre as nervuras (Viana et al. 2018). Sua identificação sem inflorescências é bastante dificultada, devido à presença de espécies simpátricas como *A. longispicus*

Status de conservação: Ameaçada (EN) MMA/2022 e Vulnerável (VU) COEMA/2007

Distribuição: Endêmica restrita das cangas das FLONA Carajás, recentemente ampliada a distribuição para a Serra Arqueada (da Fonseca-da-Silva et al. 2020)

Habitat: Ocorre em Campos Rupestres Ferruginosos em geofácie Vegetação Rupestre Aberta, Campo Graminoso e lajedo

Viabilidade média inicial: 30% de viabilidade

Porcentagem de germinação: 2%

Porcentagem média de sementes vazias: 83%

Temperatura ótima: 30°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 18 dias

Dormência: Apresenta dormência fisiológica

Peso de 100 sementes: 0,025 gramas

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:





1. Hábito de *Axonopus longispicus* (Fonte: A. Cardoso);
2. Detalhe dos frutos de *A. longispicus* (Fonte: A. Cardoso);
3. Detalhe das flores de *A. longispicus* (Fonte: A. Cardoso);
4. Sementes de *A. longispicus* (Fonte: M. Zanetti).



Axonopus longispicus (Döll) Kuhl.

NE

Forma de vida: Erva**Substrato:** Terrícola**Tipo de fruto:** Fruto seco (cariopse)**Identificação:** Uma das espécies de Poaceae mais comuns na formação de canga aberta em Carajás, pode ser reconhecida principalmente pelo número de ramos na sinflorescência (4-6 vs. 5-20 em *A. leptostachyus*) e coloração do antécio superior (palhete vs. castanho em *A. leptostachyus*) (Viana et al. 2018)**Status de conservação:** Não avaliada (NE)**Distribuição:** Não endêmica do Brasil - ampla no território brasileiro (MT, AM, PA, MA)**Habitat:** Em Carajás, ocorre em geofácia Vegetação Rupestre Aberta, Campo Graminoso e Lajedo, ocorre também em Campo de Várzea e Floresta Ciliar**Viabilidade média inicial:** 34,6% de viabilidade**Porcentagem média de germinação:** 6%**Porcentagem média de sementes vazias:** 84%**Temperatura ótima:** 25°C, 30°C, 35°C e 40°C**Tempo média de germinação:** Cerca de 5 dias**Dormência:** Não apresenta dormência**Peso de 100 sementes:** 0,019 gramas**Tolerância à dessecação:** Tolerante**Calendário de coleta de sementes:**



1. Hábito de *Paspalum cangarum* (Fonte: F. Santos);
- 2 e 3. Frutos imaturos de *P. cangarum* (Fonte: L. Tyski e F. Santos);
4. Sementes de *P. cangarum* (Fonte: M. Zanetti).



65,6%



20°



Forma de vida: Erva

Substrato: Terrícola

Tipo de fruto: Fruto seco (cariopse)

Identificação: *Paspalum cangarum* é relacionada morfológicamente a *Paspalum brachytrichium* Hack., das cangas do Quadrilátero Ferrífero em Minas Gerais e pode ser identificada por suas inflorescências piramidais, com 8-23 racemos, espiguetas solitárias, vináceas e com 1,9-2,2 mm de comprimento (Viana et al. 2018)

Status de conservação: Não avaliada (NE)

Distribuição: Endêmica da FLONA Carajás e PARNA Campos Ferruginosos

Habitat: Ocorre em Campos Rupestres Ferruginosos em geofácie Campo Graminoso e Lajedo, Vegetação Rupestre Arbustiva e também ao longo de drenagens em ambientes expostos ao sol

Viabilidade média inicial: 17,6% de viabilidade

Porcentagem média de germinação: 6%

Porcentagem média de sementes vazias: 97%

Temperatura ótima: 25°C

Tempo média de germinação: Cerca de 15 dias

Dormência: Não apresenta dormência

Peso de 100 sementes: 0,02 gramas

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:





1. Hábito de *Paspalum carajasense* em sub-bosque (Fonte: F. Santos);
2. Indivíduo de *P. carajasense* em área degradada (Fonte: A. Cardoso);
3. Detalhe da inflorescência de *P. carajasense* (Fonte: A. Cardoso);
4. Sementes de *P. carajasense* vistas em lupa (Fonte: M. Zanetti).



14%



NE



Paspalum carajasense S.Denham

NE

Forma de vida: Erva

Substrato: Rupícola

Tipo de fruto: Fruto seco (cariopse)

Identificação: Espécie anual de até 30 cm que se distingue de *P. axillare* pelas espiguetas com mais de 1,8 mm, gluma inferior presente, gluma superior subigual ao antécio superior, 3-5-nervada (Viana et al. 2018)

Status de conservação: Não avaliada (NE)

Distribuição: Endêmica altamente restrita das cangas da FLONA Carajás

Habitat: Restrita a Campos Rupestres Ferruginosos em geofácia de borda de Capão Florestal e Mata Baixa junto a rochas do sub-bosque e áreas antropizadas

Viabilidade média inicial: 76,6% de viabilidade

Porcentagem média de germinação: 14% em sementes coletadas nas cangas, contudo pode chegar a 36% em plantas cultivadas

Porcentagem média de sementes vazias: 70%

Temperatura ótima: Não determinada

Tempo médio de germinação: Cerca de 15 dias

Dormência: Não apresenta dormência (Silva et al. no prelo)

Peso de 100 sementes: 0,007 gramas

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:

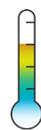




1. Hábito de *Paspalum cinerascens* (Fonte: F. Santos);
2. Detalhe de *P. cinerascens* (Fonte: L. Tyski);
3. Sementes de *P. cinerascens* (Fonte: M. Zanetti).



0,6%



25°
30°



Paspalum cinerascens (Döll)
A.G.Burm. & C.N.Bastos



-

Forma de vida: Erva

Substrato: Rupícola / terrícola

Tipo de fruto: Fruto seco (cariopse)

Identificação: *Paspalum cinerascens* possui a gluma superior e lema inferior fortemente reticulados na porção distal, o que a distingue das demais espécies das cangas de Carajás (Viana et al. 2018)

Status de conservação: Não avaliada (NE)

Distribuição: Não endêmica do Brasil - ampla no território brasileiro

Habitat: Ocorre em Campos Rupestres Ferruginosos em geofácie Vegetação Rupestre Aberta, Vegetação Rupestre Arbustiva, Mata Baixa, Campo Graminoso e Lajedo, ocorre também em área antrópica, Cerrado (*sensu stricto*) e outros afloramentos rochosos

Viabilidade média inicial: 33,3% de viabilidade

Porcentagem média de germinação: 0,6%

Porcentagem média de sementes vazias: 90%

Temperatura ótima: 25°C e 30°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 30 dias

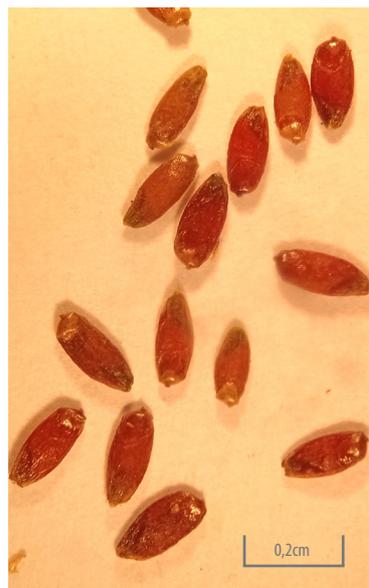
Dormência: Não apresenta dormência

Peso de 100 sementes: 0,06 gramas

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:





1. Hábito de *Sporobolus multiramosus* (Fonte: L. Tyski);
2. Indivíduo de *S. multiramosus* (Fonte: A. Cardoso);
3. Detalhe das inflorescências de *S. multiramosus* (Fonte: L. Tyski);
4. Sementes de *S. multiramosus* vistas em lupa (Fonte: M. Zanetti).



Sporobolus multiramosus Longhi-Wagner & Boechat

NE

-

Forma de vida: Erva

Substrato: Terrícola

Tipo de fruto: Fruto seco (cariopse)

Identificação: *Sporobolus multiramosus* é caracterizada pelo ciclo anual e inflorescências em panícula contraída. Espécie do gênero mais frequente nas cangas de Carajás (Viana et al. 2018)

Status de conservação: Não avaliada (NE)

Distribuição: Endêmica restrita das cangas das Serras de Carajás

Habitat: Ocorre em Campos Rupestres Ferruginosos em geofácia Vegetação Rupestre Aberta, Campo gramíneo e lajedo, comum em bordas de acessos e áreas antropizadas

Viabilidade média inicial: 69,7% de viabilidade

Porcentagem média de germinação: 35%

Porcentagem média de sementes vazias: 1%

Temperatura ótima: 20°C, 35°C e 40°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 20 dias

Dormência: Não apresenta dormência

Peso de 100 sementes: 0,03 gramas

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:





1. Hábito de *Trachypogon spicatus* (Fonte: L. Tyski);
2. Flores estaminadas de *T. spicatus* (Fonte: L. Tyski);
3. Flores pistiladas de *T. spicatus* (Fonte: L. Tyski);
4. Sementes de *T. spicatus* (Fonte: M. Zanetti).



Trachypogon spicatus (L.f.) Kuntze

NE

Forma de vida: Erva**Substrato:** Terrícola**Tipo de fruto:** Fruto seco (cariopse)

Identificação: *Trachypogon spicatus* forma densas touceiras com folhas acinzentadas. É reconhecida pela sua longa lígula (3-25 mm compr.), sinflorescência subdigitada e espiguetas aos pares, uma subséssil e outra pedicelada, sendo as pediceladas aristadas (aristas 3,5-8 cm compr.) e bissexuadas (Viana et al. 2018)

Status de conservação: Não avaliada (NE)

Distribuição: Não endêmica do Brasil, ocorrendo na África e em todo o continente americano. Tem ampla distribuição no território brasileiro

Habitat: Ocorre em Campos Rupestres Ferruginosos em geofácia Vegetação Rupestre Arbustiva, Mata Baixa, Campo Graminoso e Lajedo, Campo de Altitude, Campo Limpo, Campo Rupestre, Cerrado (*lato sensu*) e Savana Amazônica

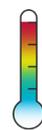
Viabilidade média inicial: 50% de viabilidade**Porcentagem média de germinação:** 8%**Porcentagem média de sementes vazias:** 82%**Temperatura ótima:** 20°C, 30°C e 35°C**Tempo médio de germinação:** Cerca de 20 dias**Dormência:** Não apresenta dormência**Peso de 100 sementes:** 0,11 gramas**Tolerância à dessecação:** Tolerante**Calendário de coleta de sementes:**



1. Hábito de *Borreria carajasensis* (Fonte: L. Tyski);
2. Detalhe do caule de *B. carajasensis* (Fonte: L. Tyski);
3. Detalhe da flor de *B. carajasensis* (Fonte: L. Tyski);
4. Sementes de *B. carajasensis* vistas em lupa (Fonte: M. Zanetti).



92,7%



30°
35°
40°



Forma de vida: Subarbusto

Substrato: Rupícola / terrícola

Tipo de fruto: Fruto seco (cápsula)

Identificação: Difere-se das outras espécies do gênero pelo seu caule robusto, bainha estipular com 1-3 cerdas, a do meio com base mais larga, cálice 4-lobado com lobos e hipanto pubérulos e semente transversalmente sulcada (Zappi et al. 2017)

Status de conservação: Não avaliada (NE)

Distribuição: Endêmica das cangas das Serras de Carajás

Habitat: Ocorre em Campos Rupestres Ferruginosos em geofácie Vegetação Rupestre Arbustiva, Vegetação Rupestre Aberta, Mata Baixa, Campo Graminoso e Lajedo

Viabilidade média inicial: 80% de viabilidade

Porcentagem média de germinação: 92,7%

Porcentagem de sementes vazias: 4%

Temperatura média ótima: 30°C, 35°C e 40°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 30 dias

Dormência: Não apresenta dormência

Peso de 100 sementes: 0,06 gramas

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:

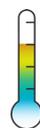




1. Indivíduo de *Borreria elaiosulcata* em flor (Fonte: P. L. Viana);
2. Detalhe de *B. elaiosulcata* (Fonte: L. Tyski);
3. Detalhe da flor de *B. elaiosulcata* (Fonte: P. L. Viana);
4. Sementes de *B. elaiosulcata* vistas em lupa (Fonte: M. Zanetti).



82%



20°
30°
35°



Borreria elaiosulcata E.L. Cabral & L.M. Miguel

Botão-da-canga

Forma de vida: Subarbusto

Substrato: Rupícola

Tipo de fruto: Fruto seco (cápsula)

Identificação: *Borreria elaiosulcata* difere das outras espécies do gênero pela bainha estipular 2-2,3 mm compr. com cerdas 3-5, 2-5 mm compr. filiformes; sua corola vermelha e sementes transversalmente sulcadas com elaiossomo, sendo que seu epíteto específico se refere a esta última característica (Zappi et al. 2017)

Status de conservação: Não avaliada (NE)

Distribuição: Endêmica restrita das cangas das Serras de Carajás

Habitat: Ocorre em Campos Rupestres Ferruginosos em geofácie Vegetação Rupestre Arbustiva, Vegetação Rupestre Aberta, Mata Baixa, Campo Graminoso e Lajedo

Viabilidade média inicial: 87,8% de viabilidade

Porcentagem média de germinação: 82%

Porcentagem média de sementes vazias: 4%

Temperatura ótima: 20°C, 30°C e 35°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 10 dias

Dormência: Não apresenta dormência

Peso de 100 sementes: 0,06 gramas

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:





1. Indivíduo de *Borreria semiamplexicaule* em flor (Fonte: P. L. Viana);
2. Detalhe da flor de *B. semiamplexicaule* (Fonte: L. Tyski);
3. Detalhe do caule (estípulas) de *B. semiamplexicaule* (Fonte: P. L. Viana);
4. Sementes de *B. semiamplexicaule* vistas em lupa (Fonte: D. Escobar).

92,6%



35°
20°/30°



Borreria semiamplexicaule E.L. Cabral

NE

Forma de vida: Erva / subarbusto

Substrato: Rupícola / terrícola

Tipo de fruto: Fruto seco (cápsula)

Identificação: *Borreria semiamplexicaule* difere-se de *Borreria heteranthera* pelas folhas sésseis, brácteas invaginadas ou semi-invaginadas, corola lilás ou azul-clara, 4-4,5 mm compr. e um par de filetes longo e outro subséssil (Zappi et al. 2017)

Status de conservação: Não avaliada (NE)

Distribuição: Endêmica do Brasil (PA, TO, MT, GO)

Habitat: Ocorre em Campos Rupestres Ferruginosos em geofácia Vegetação Rupestre Arbustiva, Mata Baixa, Campo Graminoso e Lajedo, ocorre também em Floresta Ombrófila e afloramentos rochosos de outras litologias

Viabilidade média inicial: 97% de viabilidade

Porcentagem média de germinação: 96,2%

Porcentagem média de sementes vazias: 0%

Temperatura ótima: 35°C e 20/30°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 3 dias

Dormência: Não apresenta dormência

Peso de 100 sementes: 0,04 gramas

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:

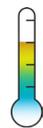




1. Hábito rupícola de *Carajasia cangae* (Fonte: L. Tyski);
2. Indivíduo de *C. cangae* durante estação chuvosa (Fonte: F. Santos);
3. Detalhe de *C. cangae* em botão, flor e fruto imaturo (Fonte: L. Tyski);
4. Sementes de *C. cangae* vistas em lupa (Fonte: M. Zanetti).



56%



20°/30°



Forma de vida: Erva

Substrato: Terrícola

Tipo de fruto: Fruto seco (cápsula)

Identificação: Difere dos demais gêneros do clado *Spermacoce* por apresentar ramos floridos com duas flores axilares cada nó, flores homostilas, corola com uma franja de tricomas moniliformes, frutos secos com deiscência septícida em dois mericarpos caducos que envolvem as sementes. É um gênero monotípico do platô de S11 em Carajás (Salas et al. 2015; Zappi et al. 2017)

Status de conservação: Não avaliada (NE)

Distribuição: Endêmica altamente restrita das cangas de Serra Sul

Habitat: Restrita a Campos Rupestres Ferruginosos em geofácia de Lajedo entre rochas expostas e também entremeadas ao Campo Graminoso ao longo de drenagens

Viabilidade média inicial: 74% sementes viáveis (D. Escobar, observação pessoal)

Porcentagem média de germinação: 56%

Porcentagem média de sementes vazias: 4%

Temperatura ótima: 20/30°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 20 dias

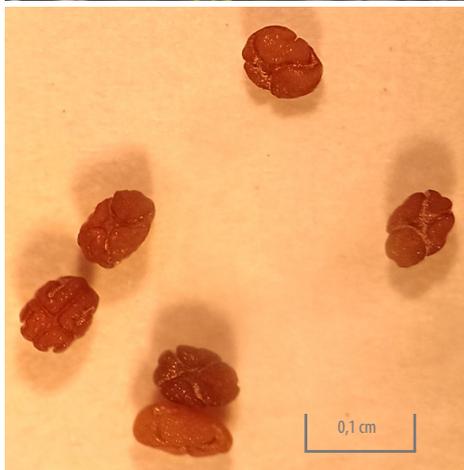
Dormência: Apresenta dormência fisiológica (D. Escobar, observação pessoal)

Peso de 100 sementes: 0,008 gramas

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:

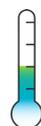




1. Hábito de *Mitracarpus carajasensis* (Fonte: P. L. Viana);
2. Indivíduos de *M. carajasensis* em flor (Fonte: P. L. Viana);
3. Detalhes da flor de *M. carajasensis* (Fonte: P. L. Viana);
4. Sementes de *M. carajasensis* vistas em lupa (Fonte: M. Zanetti).



73,3%



20°



Mitracarpus carajasensis E.L. Cabral,
Sobrado & E.B. Souza



Forma de vida: Erva

Substrato: Rupícola

Tipo de fruto: Fruto seco (cápsula)

Identificação: *Mitracarpus carajasensis* é identificada pelo tubo da corola mais curto que os lobos do cálice, as folhas opostas sem braquiblastos e sementes com depressão dorsal (Zappi et al. 2017)

Status de conservação: Não avaliada (NE)

Distribuição: Endêmica das cangas e afloramentos graníticos das Serras de Carajás

Habitat: Nos Campos Rupestres Ferruginosos em geofácie de Mata Baixa junto a rochas do sub-bosque, ocorre em Vegetação Rupestre Arbustiva e, esporadicamente, em Lajedos, também ocorre em áreas antropizadas em borda de acesso. Em afloramentos graníticos, é registrada nas transições com as florestas do entorno

Viabilidade média inicial: 86% de viabilidade

Porcentagem média de germinação: 73,3%

Porcentagem média de sementes vazias: 0%

Temperatura ótima: 20°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 17 dias

Dormência: Não apresenta dormência

Peso de 100 sementes: 0,012 gramas

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:

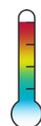




1. População de *Vellozia glauca* em flor (Fonte: L. Tyski);
2. Indivíduo de *V. glauca* (Fonte: L. Tyski);
3. Detalhe da flor de *V. glauca* (Fonte: L. Tyski);
4. Sementes de *V. glauca* (Fonte: M. Zanetti).



82%



40°



Vellozia glauca Pohl

Canela-de-ema

Forma de vida: Subarbusto

Substrato: Rupícola / terrícola

Tipo de fruto: Fruto seco (cápsula)

Identificação: Uma das espécies de Velloziaceae mais amplamente distribuídas no Brasil (Mello-Silva 2005a, 2009). As populações de Carajás exibem, em sua maioria, flores brancas, quando o comum é ter flores roxas ou lilases (Mello-Silva, 2009). As populações de menor porte de Carajás tem sido frequentemente identificadas como *V. bulbosa* e as de maior porte como *V. glochidea*, no entanto, ambas carecem de caracteres que as distingam de *V. glauca*, visto que o porte dos indivíduos é característica muito plástica em *V. glauca* (Mello-Silva, 2018)

Status de conservação: Não avaliada (NE)

Distribuição: Não endêmica do Brasil - ampla no território brasileiro

Habitat: Ocorre em Campos Rupestres Ferruginosos em geofácia Vegetação Rupestre Aberta e Arbustiva, Campo Graminoso e Lajedo, ocorre também em área antrópica, Cerrado (*sensu stricto*) e outros afloramentos rochosos

Viabilidade média inicial: 99,3% de viabilidade

Porcentagem média de germinação: 82%

Porcentagem média de sementes vazias: 18 %

Temperatura ótima: 40°C

Tempo médio de germinação: Cerca de 20 dias

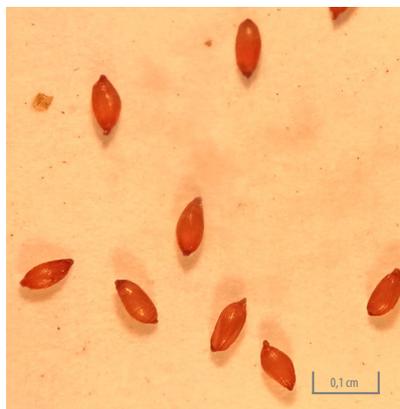
Dormência: Não apresenta dormência

Peso de 100 sementes: 0,13 gramas

Tolerância à dessecação: Tolerante

Calendário de coleta de sementes:





1. Hábito de *Xyris brachysepala* (Fonte: L. Tyski);
2. Detalhe de *X. brachysepala* em flor (Fonte: L. Tyski);
3. Detalhe da flor de *X. brachysepala* (Fonte: C. Vidal);
4. Sementes de *X. brachysepala* vistas em lupa (Fonte: M. Zanetti).



95,3%



20°



Xyris brachysepala Kral

NE

Forma de vida: Erva**Substrato:** Terrícola**Tipo de fruto:** Fruto seco (cápsula)**Identificação:** *Xyris brachysepala* diferencia-se pelas sépalas laterais muito reduzidas do que é típico na maioria dos gêneros *Xyris* e pelas brácteas florais distalmente carenadas terminando na mácula dorsal linear na metade ou no terço distal da bráctea (Kral, 1988)**Status de conservação:** Não avaliada (NE)**Distribuição:** Endêmica das cangas das Serra de Carajás**Habitat:** Restrita a Campos Rupestres Ferruginosos em ambientes sob influência hídrica, nas geofácies de Campos Graminosos, Lajedos e Lagoas temporárias**Viabilidade média inicial:** 85,3% de viabilidade**Porcentagem média de germinação:** 95,3%**Porcentagem média de sementes vazias:** 0%**Temperatura ótima:** 20°C**Tempo médio de germinação:** Cerca de 15 dias**Dormência:** Não apresenta dormência**Peso de 100 sementes:** 0,004 gramas**Tolerância à dessecação:** Tolerante**Calendário de coleta de sementes:**



Brasilianthus carajensis na fenda (Fonte: F. Santos).



Referências bibliográficas

Apresentação

AMPLO ENGENHARIA E GESTÃO DE PROJETO LTDA. Projeto Espécies Endêmicas Dos Campos Rupestres das Serras de Carajás e Sudeste do Pará – **Estudos de Busca e Ecologia de Espécies Endêmicas e Raras** - Relatório Final - Protocolado em Março de 2018.

GIULIETTI, A. M., GIANNINI, T. C., MOTA, N. F., WATANABE, M. T., VIANA, P. L., PASTORE, M., & ZAPPI, D. C. **Edaphic endemism in the Amazon: vascular plants of the canga of Carajás, Brazil.** *The Botanical Review*, 85(4), 2019, p. 357-383.

MARTINS, F. D., KAMINO, L. & RIBEIRO, K. **Projeto Cenários: conservação de campos ferruginosos diante da mineração em Carajás.** 2018, p. 153-205.

VIANA, P. L., MOTA, N. F. O., GIL, A. S. B., SALINO, A., ZAPPI, D. C., HARLEY, R. M., et al. **Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: história, área de estudos e metodologia.** *Rodriguésia* 67. 2016, p. 1107–1124.

ZANETTI, M. **The effects of environmental factors and evolutionary history on seed germination and dormancy in canga species at Carajás.** Dissertação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

ZANETTI, M., DAYRELL, R. L. C., WARDIL, M. V., DAMASCENO, A., FERNANDES, T., CASTILHO, A., SANTOS, F. M. G. and SILVEIRA, F. A. O. **Seed functional traits provide support for ecological restoration and ex situ conservation in the threatened amazon ironstone outcrop flora.** *Frontiers in Plant Science*, 11, 599496. 2020.

Campos Rupestres Ferruginosos das Serras dos Carajás

ALVES, R. J. V., SILVA, N. G., OLIVEIRA, J. A., MEDEIROS, D. Circumscribing campo rupestre – megadiverse Brazilian rocky montane savanas. **Brazilian Journal of Biology** 74:355–362.

DA SILVA, M. F., SECCO, R. D. S., & LOBO, M. D. G. A. 1996. Ecological Aspects of the Tropical Scrub Vegetation on Rocky Outcrops of the Serra dos Carajás, State of Pará, Brazil. **Acta Amazonica**, 26. 2014, p. 17-44.

DARDENNE, M. A., SCHOBENHAUS, C. Depósitos minerais no tempo geológico e épocas metalogenéticas. In: BIZZI, L. A., SCHOBENHAUS, C., VIDOTTI, R. M., GONÇALVES, J. H. (Eds) **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil.** CPRM, Brasília, 2003, p. 365-448.

FERNANDES, G. W. (Ed.). **Ecology and conservation of mountaintop grasslands in**

Brazil. Switzerland: Springer International Publishing, 2016, p. 345-377.

FERNANDES, G. W., BARBOSA, N. P. U., ALBERTON, B., BARBIERI, A., DIRZO, R., GOULART, F., & Solar, R. R. C. **The deadly route to collapse and the uncertain fate of Brazilian rupestrian grasslands.** *Biodiversity and conservation*, 27(10), 2018, p. 2587-2603.

GIULIETTI, A. M., GIANNINI, T. C., MOTA, N. F., WATANABE, M. T., VIANA, P. L., PASTORE, M., & ZAPPI, D. C. **Edaphic endemism in the Amazon: vascular plants of the canga of Carajás, Brazil.** *The Botanical Review*, 85(4), 2019, p. 357-383.

GIULIETTI, A. M., MENEZES, N. D., PIRANI, J. R., MEGURO, M. A. R. I. C. O., & WANDERLEY, M. G. L. **Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista das espécies.** *Boletim de Botânica*, 9, 1987, p. 1-151.

GIULIETTI, A. M., PIRANI, J. R., & HARLEY, R. M. 1997. Espinhaço Range region — Eastern Brazil In *Centres of plant diversity: a guide and strategy for their conservation*. WWF. Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda/VALE S.A. – GOLDER. **Estudo de Impacto Ambiental do Projeto Ferro Carajás S11D** - Relatório consolidado de flora da AID/ADA. Belo Horizonte: GOLDER, 2010.

GUERRA, T. J., CARSTENSEN, D. W., MORELLATO, L. P. C., SILVEIRA, F. A. O., & COSTA, F. V. Mutualistic interactions among free-living species in Rupestrian Grasslands. In *Ecology and conservation of mountaintop grasslands in Brazil* (pp. 291-314). Springer, Cham. Hirata, W.K.; Rigon, J.C.; Kadokaru, K.; Cordeiro, A.A.C. & Meireles, E.M. 1982. Geologia regional da província mineral de Carajás. In: **Simpósio de Geologia da Amazônia 1**. Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo Norte, Belém. Pp. 100-110. IBGE (2012). *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. Rio de Janeiro, (1), 2016.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBIO. **Plano de manejo para uso múltiplo da Floresta Nacional de Carajás**, volume II. Parauapebas: ICMBIO – STCP, 2016.

JACOBI, C. M., CARMO, F. F., VINCENT, R. C., STEHMANN, J.R. **Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered Brazilian ecosystem.** *Biodiversity and Conservation* 16, 2007, p. 2185–2200.

JOLY, A. B. **Conheça a vegetação brasileira.** Editora da Universidade de São Paulo e Polígono, São Paulo, 1970.

MAGALHÃES, G. M. **Sobre os cerrados de Minas Gerais.** *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 38, 1966, p. 59–69.

MENDONÇA, B. R. V. **Mapeamento de Uso e Cobertura do Solo no Interflúvio Xingu-Araguaia, sudeste do Pará, a partir da análise de imagens orientada a objetos geográficos.** Dissertação de Mestrado. ITVDS. Belém, 2015.

MIOLA, D. T., RAMOS, V. D., & SILVEIRA, F. A. O. **A brief history of research in campo rupestre: identifying research priorities and revisiting the geographical distribution of an ancient, widespread Neotropical biome.** *Biological Journal of the Linnean Society*, 133(2), 2021, p. 464-480.

MOTA, N. F. D. O., WATANABE, M. T. C., ZAPPI, D. C., HIURA, A. L., PALLOS, J., VIVEROS, R. S., & VIANA, P. L. **Cangas da Amazônia: a vegetação única de Carajás evidenciada pela lista de fanerógamas.** *Rodriguésia*, 69, 2018, p. 1435-1488.

NEVES, A. C. O., BARBIERI, A. F., PACHECO, A. A., RESENDE, F. M., BRAGA, R. F., AZEVEDO, A. A., & Fernandes, G. W. **The human dimension in the Espinhaço Mountains: land conversion and ecosystem services.** In *Ecology and Conservation of Mountaintop grasslands in Brazil*. Springer, Cham, 2016, p. 01-530.

OLIVEIRA-DA-SILVA, F. R., & Ilkiu-Borges, A. L. **Briófitas (Bryophyta e Marchantiophyta) das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil.** *Rodriguésia*, 69, 2018, p. 1405-1416.

PORTO, M. L. & SILVA, M. F. F. **Tipos de vegetação metalófila em áreas da Serra de Carajas e de Minas Gerais, Brasil.** *Acta Botânica Brasílica*. 1989, Vol. 3, 2, pp. 13-21.
Resende, N.P. & Barbosa, A.L.M. 1972. Relatório de pesquisa de minério de ferro, Distrito Ferrífero da Serra dos Carajás, estado do Pará. AMZA. Belém. 1989.

RODRIGUES, E. L., JACOBI, C. M., & FIGUEIRA, J. E. C. **Wildfires and their impact on the water supply of a large neotropical metropolis: A simulation approach.** *Science of The Total Environment*, 651, 2019, p. 1261-1271.

SALINO, A., ARRUDA, A. J., & ALMEIDA, T. E. **Ferns and lycophytes from Serra dos Carajás, an Eastern Amazonian mountain range.** *Rodriguésia*, 69, 2018, p. 1417-1434.

SCHAEFER C. E. G. R., CANDIDO, H. G.; CORRÊA, G. R.; SIMAS, F. N. B.; CAMPOS, J. C. F. **Geodiversidade dos ambientes de canga na região de Carajás – Pará** In: Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda/ Vale S.A. Projeto Área Mínima de Canga 2008 – **Estudo de similaridade das paisagens de savana metalófila – 1ª Aproximação.** Belo Horizonte. Relatório Técnico. 2008.

SCHAEFER, C. E.; CANDIDO, H. G.; CORRÊA, G. R.; SIMAS, F. N. B.; CAMPOS, J. C. F. **Ecosistemas e geoambientes de canga ferruginosa em Carajás: paisagens singulares**

em risco de extinção In: **Projeto Cenários: conservação de campos ferruginosos diante da mineração em Carajás.** 2018, p. 39-106.

SHAW, J. **Heavy Metal Tolerance in Plants: Evolutionary Aspects.** 370 pp. CRC Press. 1989.

SILVA, M. A. **Arranjos político-institucionais: a criação de novos municípios, novas estruturas de poder e as lideranças locais - a divisão territorial de Marabá na década de 1980.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará, Belém. 2006.

Silva, M. F. F. **Análise florística da vegetação que cresce sobre canga hematítica em Carajás - Pará (Brasil).** Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi. Ciências Naturais, 7, 1991, p. 79-105.

SILVA, M. F. F., et al. **Estudos Botânicos: histórico, atualidades e perspectivas.** [A. do livro] José Maria Gonçalves (org.) ALMEIDA JR. CARAJÁS: Desafio político, ecologia e desenvolvimento. São Paulo: CNPq - Brasiliense, 1986, p. 184-207.

SILVEIRA, F. A. O., NEGREIROS, D., BARBOSA, N. P., BUISSON, E., CARMO, F. F., CARSTENSEN, D. W., & Garcia, Q. S. **Ecology and evolution of plant diversity in the endangered campo rupestre: a neglected conservation priority.** Plant and soil, 403(1-2), 2016, p.129-152.

VASCONCELOS M. F. D. **O que são campos rupestres e campos de altitude nos topos de montanha do Leste do Brasil?** Brazilian Journal of Botany 34. 2011, p. 241-246.

VASCONCELOS, T. N. C. et al. **Fast diversification through a mosaic of evolutionary histories characterizes the endemic flora of ancient Neotropical mountains.** Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, v. 287, n. 1923, 2020, p. 20192933.

VIANA, P. L.; MOTA, N. F. O.; GIL, A. S. B.; SALINO, A.; ZAPPI, D. C.; HARLEY, R. M.; ILKIUBORGES, A. L.; SECCO, R. S.; ALMEIDA, T. E.; WATANABE, M. T. C.; SANTOS, J. U. M.; TROVÓ, M.; MAURITY, C.; GIULIETTI, A. M. **Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: história, área de estudos e metodologia.** Rodriguésia 67 (5 - Especial). 2017, p.1107-1124.

VIEIRA, A. L. M.; RIBEIRO, K. T.; QUIRINO, G. R. S.; LOUZADA, R. S. P.; MARIZ, R. G.; OLIVEIRA, F. P. A. MARTINS, F. D. **Mosaico Carajás: perspectivas de ampliação da conservação.** Cap 10. In: **Projeto Cenários: conservação de campos ferruginosos diante da mineração em Carajás.** 2018, p. 451-463.

Geossistemas

ABRAHÃO, A., de BRITTO COSTA, P., TEODORO, G. S., LAMBERS, H., NASCIMENTO, D. L., LÓPEZ DE ANDRADE, Adrián, S. & Silva Oliveira, R. **Vellozoid roots allow for habitat specialization among rock-and soil-dwelling Velloziaceae in campos rupestres.** *Functional Ecology*, 34(2), 2020, p. 442-457.

AMPLO ENGENHARIA E GESTÃO DE PROJETO LTDA. **Estudo Global das Ampliações do Projeto Ferro Serra Norte – Minas N4 e N5.** Belo Horizonte. 2010.

AMPLO ENGENHARIA E GESTÃO DE PROJETO LTDA. **Avaliação de uma Área de Vegetação Savânica para Conservação na Flona Carajás e Entorno – Mapeamento dos Geossistemas.** Belo Horizonte. 2014.

AMPLO ENGENHARIA E GESTÃO DE PROJETO LTDA. **Projeto Espécies Endêmicas dos Campos Rupestres das Serras de Carajás e Sudeste do Pará - estudo de definição da área de distribuição geográfica das espécies da flora endêmicas e potencialmente novas.** Relatório Final. 2016.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global: esboço metodológico.** Caderno de Ciências da Terra, n. 13, 1972, p. 1-27.

CAMPOS, J. C. F. & CASTILHO, A. F. Uma visão geográfica da região da Flona de Carajás. In: Martins, F. D.; CASTILHO, A. F.; CAMPOS, J.; HATANO, F. M. e ROLIM, S. G. **Fauna da Floresta Nacional de Carajás: estudos sobre vertebrados terrestres.** 2012, p. 20-63.

CAMPOS, J. C. F.; SANTOS, F. M. G.; do CARMO, L. G.; SILVA FILHO, J. A.; SCHAEFER, C. E.; FERNANDES, T. N.; ROLIM, S. G. Geossistemas dos Campos Ferruginosos de Carajás. Cap. 5. Pp. 153-206. In: **Projeto cenários: conservação de campos ferruginosos diante da mineração em Carajás**

COLLI-SILVA, M., VASCONCELOS, T. N., & PIRANI, J. R. **Outstanding plant endemism levels strongly support the recognition of campo rupestre provinces in mountaintops of eastern South America.** *Journal of Biogeography*, 46(8), 2019, p. 1723-1733.

GIULIETTI, A. M., PIRANI, J. R., & HARLEY, R. M. 1997. **Espinhaço Range region—Eastern Brazil In Centres of plant diversity: a guide and strategy for their conservation.** WWF. Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda / VALE. 2011. Projeto de Área Mínima de Canga / Relatório de Análise de Similaridade das Paisagens de Savana Metalófila - 3ª aproximação – Relatório Parcial R3. Protocolado em Novembro de 2011.

LOIOLA, P. P., MORELLATO, L. P. C., CAMARGO, M. G. G., KAMIMURA, V. A., MATTOS, J.

S., STREHER, A. S., & Le Stradic, S. **Shared-role of vegetation types, elevation and soil affecting plant diversity in an old-tropical mountain hotspot.** Journal of Mountain Science, 20(7), 2023, p. 1842-1853.

MARTINS, F. D, KAMINO, L. H. Y.; RIBEIRO, K. T. (organizadores). COELHO, M. S., de SIQUEIRA NEVES, F., PERILLO, L. N., MORELLATO, L. P. C., & FERNANDES, G. W. **Forest archipelagos: a natural model of metacommunity under the threat of fire.** Flora: Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 2018, p. 244-249.

SCHAEFER, C. E. G. R, et al. Solos desenvolvidos sobre canga ferruginosa no Brasil: Uma revisão crítica e papel ecológico de termiteiros. In: CARMO, F. F., KAMINO, L. H. Y. (eds) **Geossistemas ferruginosos do Brasil: Áreas prioritárias para conservação da diversidade geológica e biológica.** Patrimônio cultural e serviços ambientais. 3i, Belo Horizonte, 2015, p. 77–102.

SCHAEFER, C. E. G. R., CANDIDO, H. G.; CORRÊA, G. R.; SIMAS, F. N. B.; CAMPOS, J. C. F. Geodiversidade dos ambientes de canga na região de Carajás– Pará In: Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda/ Vale S.A. Projeto Área Mínima de Canga 2008– **Estudo de similaridade das paisagens de savana metalófila – 1ª Aproximação.** Belo Horizonte. Relatório Técnico. 2008.

SCHAEFER, C. E. G. R. et al. The physical environment of rupestrian grasslands (Campos Rupestres) in Brazil: geological, geomorphological and pedological characteristics, and interplays. In: **Ecology and Conservation of Mountaintop grasslands in Brazil.** Springer International Publishing, 2016, p. 15-53.

SCHAEFER, C. E. G. R., NETO, E. L., CORRÊA, G. R., SIMAS, F. N. B. CAMPOS, J. F., MENDONÇA, B. A. F., NUNES, J. N. Geoambientes, solos e estoques de carbono na Serra Sul de Carajás, Pará, Brasil Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat., Belém, v. 11, n. 1, p. 85-101. Sotchava, V.B. 1977. **O estudo de geossistemas.** Instituto de Geografia. Universidade Estadual de São Paulo. São Paulo: Ed. Lunar. 2016.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental.** São Paulo: Oficina de Textos. 2006.

Coleta, beneficiamento e armazenamento de sementes

ALERCIA, A., DIULGHEROFF, S. y MACKAY, M. **FAO/Bioversity Multi-Crop Passport Descriptors (MCPD V.2).** Roma, FAO y Bioversity International. Disponível em: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/69166>. 2012.

BASEY, A. C., J. B. FANT & A. T. KRAMER. **Producing native plant materials for restoration: 10 rules to collect and maintain genetic diversity.** *Native Plants Journal* 16, 2015, p. 37–52.

CENTER FOR PLANT CONSERVATION. **CPC Best Plant Conservation Practices to Support Species Survival in the Wild.** Center for Plant Conservation, Escondido, CA. 2019.

DI SACCO, A.; WAY, M.; LEÓN LOBOS, P., SUÁREZ BALLESTEROS, C. I., DÍAZ RODRIGUEZ J. V. **Manual de recolección, procesamiento y conservación de semillas de plantas silvestres.** Royal Botanic Gardens, Kew e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. DOI: 10.34885/175. 2020.

ENSCONET. **Manual para la Recolección de Semillas de especies silvestres.** ISBN: 978-84-692-6454-6. 2009.

FAO. **Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura.** Edición revisada. Roma. 2014.

GOLD, K.; PLEÓN-LOBOS. & M. WAY. **Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica.** Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile. Boletín INIA N° 110, 2004.

HOBAN, S. **New guidance for ex situ gene conservation: Sampling realistic population systems and accounting for collection attrition.** *Biological Conservation*, 235, 2019, p. 199-208.

KEW. **Technical Information Sheet 02.** Disponible em: <http://brahmsonline.kew.org/Content/Projects/msbp/resources/Training/02-Assessing-population.pdf>. 2022.

WAY, M. & GOLD, K. **Técnicas de coleta de sementes.** Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 2014.

Desenvolvimento de protocolos

BASKIN, C. C. & BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**, 2nd edn. San Diego: Academic press. 2014.

BEWLEY, J. D., BRADFORD K. J., HILHORST H. W. M. & NONOGAKI, N. **Seeds physiology of development, germination and dormancy** (3rd edition). New York, Springer. 2013.

DAYRELL, R. L. C., GARCIA, Q. S., NEGREIROS, D., BASKIN, C. C., BASKIN, J. M. & SILVEIRA, F.

A. O. **Phylogeny strongly drives seed dormancy and quality in a climatically buffered hotspot for plant endemism.** *Annals of Botany* 119, 2017, p. 267–277.

DELOUCHE, J. C., SILL, T. W., RRASPET, M. & LIENHARD, M. **The tetrazolium test for seed viability.** *Missouri Agriculture Experimental Station. Tech Bull* 51, 1962, p. 1-63.

KILDISHEVA, O. A., DIXON, K. W., SILVEIRA, F. A. O., CHAPMAN, T., DI SACCO, A., MONDONI, A., & CROSS, A. T. **Dormancy and germination: making every seed count in restoration.** *Restoration Ecology*, 28, 2020, p. 256-265.

RANAL, M. A. & SANTANA, D. G. **How and why to measure the germination process?** *Revista Brasileira de Botânica, São Paulo*, 29(1), 2006, p. 1-11.

Como usar este guia

GIULIETTI, A. M., GIANNINI, T. C., MOTA, N. F., WATANABE, M. T., VIANA, P. L., PASTORE, M., & Kruckenberg, A.R. **Geology and plant life: the effects of landforms and rock types on plants.** Univ. of Washington Press, Seattle. 2002.

LIETH, H. Purpose of a phenology book. In: LIETH, H. (ed.). **Phenology and seasonality modeling.** Berlin: Springer, 1974, p. 3-19.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Portaria do Ministério do Meio Ambiente nº 148/2022**, Brasil. 2022.

MORELLATO, L. P. C.; HADDAD, F. B. **The Brazilian Atlantic Forest.** *Biotropica special issue*, vol. 32, n 4. 2000.

REFLORA - **HERBÁRIO VIRTUAL.** Disponível em: <https://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/>. Acesso em 16/8/2023.

SHAW, J. *Heavy Metal Tolerance in Plants: Evolutionary Aspects.* 370 pp. CRC Press. VIANA, P. L.; MOTA, N. F. O.; GIL, A. S. B.; SALINO, A.; ZAPPI, D. C.; HARLEY, R. M.; ILKIU-BORGES, A. L.; SECCO, R. S.; ALMEIDA, T. E.; WATANABE, M. T. C.; SANTOS, J. U. M.; TROVÓ, M.; MAURITY, C.; GIULIETTI, A. M. **Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: história, área de estudos e metodologia.** *Rodriguésia* 67 (5 - Especial), 2017, p. 1107- 1124.

ZAPPI, D. C. **Edaphic endemism in the Amazon: vascular plants of the canga of Carajás, Brazil.** *The Botanical Review*, 85(4), 2019, p. 357-383.

VALE S.A. **Plano de Gestão da Biodiversidade de Carajás. 2021.** Disponível em: <https://www.vale.com/pt/web/esg/biodiversidade>.

Protocolos

ALMEDA, F., MICHELANGELI F. A. & VIANA, P. L. **Brasilianthus (Melastomataceae), a new monotypic genus endemic to ironstone outcrops in the Brazilian Amazon.** Phytotaxa 273, 2016, p. 269-282.

ALVES, M. V.; THOMAS, W. W. & WANDERLEY, M. G. L. **New species of Hypolytrum Rich. (Cyperaceae) from the Neotropics.** Brittonia, 54(2), 2002, p. 124-135.

ALVES, M. V.; THOMAS, W. W. & WANDERLEY, M. G. **Padrões de distribuição geográfica das espécies neotropicais de Hypolytrum Rich.(Cyperaceae).** Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo, 2003, p. 265-276.

ARAUJO, A. O., & CHAITEMS, A. **A new species of Sinningia (Gesneriaceae) and additional floristic data from Serra dos Carajás, Pará, Brazil.** Phytotaxa, 227(2), 2015, p. 158-166.

AUSTIN, D. F. **Novidades nas Convolvulaceae da flora amazônica.** Acta Amazonica, 11(2), 1981, p. 291-295.

BARNEBY, R. C. **Sensitivae censitae: a description of the genus Mimosa Linnaeus (Mimosaceae) in the New World.** Memoirs of the New York Botanical Garden 65, 1991, p. 1-835.

CRUZ, A. P. O., VIANA, P. L., & SANTOS, J. U. **Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Asteraceae.** Rodriguésia, 67, 2016, p. 1211-1242.

DA FONSECA-DA-SILVA, T. L., LOVO, J., ZAPPI, D. C., MORO, M. F., LEAL, E. D. S., MAURITY, C., & VIANA, P. L. **Plant species on Amazonian canga habitats of Serra Arqueada: the contribution of an isolated outcrop to the floristic knowledge of the Carajas region, Para, Brazil.** Brazilian Journal of Botany, 43(2), 2020, p. 315-330.

GUIMARÃES, E. F., SILVA, N. G. D., & MENDES, T. D. S. **Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Gentianaceae.** Rodriguésia, 69, 2018, p. 1125-1133.

KING, R. M. & ROBINSON, H. **New genus Cavalcantia.** 47(2), 1980^a, p. 113-116.

KING, R. M. & ROBINSON, H. **Studies in the Eupatorieae (Asteraceae).** CXCIV. A new genus Parapiqueria . Phytologia, 47(2), 1980^b, p. 110-112.

KIRKBR, J. H. **Perama carajasensis.** Acta Amazônica 10(1), 1980, p. 109.

KRAL, R. **The genus Xyris (Xyridaceae) in Venezuela and contiguous Northern South**

- America.** *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 75(2), 1988, p. 522-722.
- LONGHI-WAGNER & BOECHAT. ***Sporobolus multiramosus* Longhi-Wagner & Boechat.** *Acta Bot. Brasil.* 7(2), 1993, p. 152-155.
- LOHMANN, L. G., FIRETTI, F., & GOMES, B. M. **Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil:** Bignoniaceae. *Rodriguésia*, 69, 2018, p.1063-1079.
- MATTOS, C. M. J. D., SILVA, W. L. D. S., CARVALHO, C. S. D., LIMA, A. N., FARIA, S. M. D., & LIMA, H. C. D. **Flora das cangas da serra dos Carajás, Pará, Brasil:** Leguminosae. *Rodriguésia*, 69, 2018, p. 1147-1220.
- MELLO-SILVA, R. Velloziaceae. In: WANDERLEY MGL, SHEPHERD GJ, MELHEM TS & GIULIETTI AM (coord.). **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo.** FAPESP, Rima, São Paulo. Vol. 4, 2005^a, p. 371-376.
- MELLO-SILVA, R. **Flora de Grão-Mogol, Minas Gerais:** Velloziaceae. *Bol. Bot. Univ. São Paulo* 27(1), 2009, p. 109-118.
- MELLO-SILVA, R. **Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil:** Velloziaceae. *Rodriguésia*, 69, 2018, p. 259-262.
- NUNES, C. D. S., BASTOS, M. D. N. D. C., & Gil, A. D. S. B. **Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil:** Cyperaceae. *Rodriguésia*, 67, 2016a. 1329-1366.
- NUNES, C. S., TREVISAN, R. & GIL, A. S. B. ***Eleocharis pedrovianae*, a new species of Cyperaceae from Northern Brazil (Serra dos Carajás, Pará State).** *Phytotaxa* 265 (1), 2016b, p.85-91.
- NUNES, C. D. S., MOTA, N. F. D. O., VIANA, P. L., & GIL, A. D. S. B. ***Bulbostylis cangae*, a new species of Cyperaceae from Northern Brazil (Serra dos Carajás, Pará State).** *Phytotaxa*, 299 (1), 2017, p. 96-102.
- PRIESTLEY, D. A. **Seed aging:** implications for seed storage and persistence in the soil. Ithaca, NY Cornell Univ. Press United States. 1986.
- REIS, A. D. S., KAMEYAMA, C., & GIL, A. D. S. B. ***Ruellia anamariae*, a new species of Acanthaceae from northern Brazil.** *Phytotaxa*, 327(3), 2017^a, 276-282.
- REIS, A. D. S., Gil, A. D. S. B., & KAMEYAMA, C. **Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil:** Acanthaceae. *Rodriguésia*, 68, 2017b, p. 887-903.
- ROBINSON. H. ***Vernonia paraensis* H. Rob.** *Phytologia* 46(2), 1980, p. 111.

ROCHA, K. C. D. J., GOLDENBERG, R., MEIRELLES, J., & VIANA, P. L. **Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Melastomataceae.** Rodriguésia, 68, 2017a, p. 997-1034.

ROCHA, K. C. D. J., GOLDENBERG, R., VIANA, P. L., & MEYER, F. S.. **Pleroma carajasense (Melastomataceae), a new species endemic to ironstone outcrops in the Brazilian Amazon.** Phytotaxa, 329(3), 2017b, p. 233-242.

SALAS, S. M., VIANA, P. L., CABRAL, E. L., DESSEIN, S. & JANSSENS, S. **Carajasia (Rubiaceae), a new and endangered genus from Carajas mountain range, Para, Brazil.** Phytotaxa, 206(1), 2015, p. 14-29.

SILVA, A. S. & SECCO, R. S. **Mimosa dasilvae, uma nova Mimosaceae da Amazonia Brasileira.** Acta Amazonica 30(3), 2000, p. 449-452.

SILVA, et al. **Propagation and growth of a rare Amazonian canga grass reveals its potential use for mine land rehabilitation.** Frontiers (no prelo). 2023.

SIMÃO-BIANCHINI, R., VASCONCELOS, L. V., & PASTORE, M. **Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: convolvulaceae.** Rodriguésia, 67, 2016, p. 1301-1318.

SIMÃO-BIANCHINI, R.; FERREIRA, P. P. A.; VASCONCELOS, L. V. **Ipomoea in Flora e Funga do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB82051>>. Acesso em: 10 jul. 2023.

VIANA, P. L., ROCHA, A. E. S. D., SILVA, C., AFONSO, E. A. L., OLIVEIRA, R. P., & OLIVEIRA, R. C. **Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Poaceae.** Rodriguésia, 69, 2018, p. 1311-1368.

WATANABE, M. T. C., CHAGAS, E. C. D. O., & GIULIETTI, A. M. **Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Eriocaulaceae.** Rodriguésia, 68, 2017, p.965-978.

ZANETTI, M., DAYRELL, R. L. C., WARDIL, M. V., DAMASCENO, A., FERNANDES, T., CASTILHO, A., SANTOS, F. M. G. and SILVEIRA, F. A. O. **Seed functional traits provide support for ecological restoration and ex situ conservation in the threatened amazon ironstone outcrop flora.** Frontiers in Plant Science, 11, 599496. 2020.

ZAPPI, D. C., MIGUEL, L. M., SOBRADO, S. V., & SALAS, R. M. **Flora das cangas da serra dos Carajás, Pará, Brasil: Rubiaceae.** Rodriguésia, 68, 2017, p. 1091-1137.

Impresso na primavera de 2023
em Belo Horizonte, MG

