



Plantas nativas
para recuperação
de áreas de
mineração
em Carajás



- Zappi • Gastauer
- Ramos • Nunes
- Caldeira • Souza-Filho
- Guimarães • Giannini
- Viana • Lovo
- Mota • Siqueira

Plantas nativas para recuperação de áreas de mineração em Carajás

Siqueira

Plantas nativas para recuperação de áreas de mineração em Carajás

AUTORES Daniela Cristina Zappi • Markus Gastauer
• Sílvio Ramos • Sâmia Nunes • Cecílio Frois Caldeira •
Pedro Walfir Souza-Filho • Tasso Guimarães • Tereza
Cristina Giannini • Pedro Lage Viana • Juliana Lovo •
Nara Furtado de Oliveira Mota • José Oswaldo Siqueira



Sumário

Considerações iniciais	7
Carajás: Exploração mineral integrada à proteção ambiental	11
Quadro 1 - Uma breve história da mineração em Carajás	15
A compensação ambiental	17
Quadro 2 - O Código Florestal Brasileiro	19
Hierarquia de mitigação	21
Quadro 3 - Impactos ambientais	23
A recuperação de áreas degradadas	25
Quadro 4 - Mineração a céu aberto e surgimento de ecossistemas novos	27
A importância do solo para a recuperação ambiental	29
Quadro 5 - Solo como integrador dos componentes ecossistêmicos	33
Preparo e condicionamento do solo	35
Revegetação de áreas degradadas	37
Quadro 6 - Recuperação passiva ou ativa?	41
Seleção de espécies vegetais para recuperação de áreas impactadas pela mineração	43
Monitoramento e avaliação do status da revegetação	47
Símbolos e imagens	52
Descrições das espécies adequadas para RAD	55
Anacardiaceae	57
Annonaceae	61
Araceae	65
Arecaceae	67
Asteraceae	79
Begoniaceae	87
Bignoniaceae	89
Bixaceae	95
Bromeliaceae	97

Cactaceae	99
Caryocaraceae.....	101
Clusiaceae.....	103
Convolvulaceae	105
Cyperaceae.....	111
Eriocaulaceae.....	113
Erythroxylaceae.....	115
Euphorbiaceae	117
Fabaceae.....	127
Gnetaceae.....	169
Hypericaceae.....	171
Lamiaceae.....	175
Lecythidaceae.....	179
Lythraceae.....	181
Malpighiaceae.....	183
Malvaceae.....	187
Marcgraviaceae.....	193
Melastomataceae.....	195
Meliaceae	201
Metteniusaceae	203
Myrtaceae.....	205
Nyctaginaceae	209
Orchidaceae.....	211
Picramniaceae.....	213
Poaceae	215
Rubiaceae.....	227
Rutaceae	235
Sapotaceae.....	239
Simaroubaceae.....	241
Solanaceae.....	243
Thymelaeaceae.....	245
Urticaceae.....	247
Velloziaceae	249
Verbenaceae	251
Vitaceae.....	253
Vochysiaceae.....	255
Sobre os autores	257
Agradecimentos	263
Glossário.....	265
Índice de nomes científicos e populares	273
Referências.....	275
Créditos	281

Considerações iniciais

A mineração a céu aberto afeta ecossistemas diferentes, por exemplo, as savanas ferruginosas do Brasil, conhecidas como *cangas*¹, além de florestas e outras formações. A degradação desses ambientes acontece primeiramente por supressão vegetal; subsequentemente, a remoção do solo e a extração do minério causam profundas alterações na paisagem (Figura 1)². Para minimizar o impacto da mineração sobre o meio ambiente, as mineradoras brasileiras recuperam as áreas mineradas, visando restituir, na medida do possível a riqueza e a diversidade das comunidades vegetais e da fauna, além do funcionamento dos ecossistemas a uma condição estável. Ao buscarem produzir paisagens mais biodiversas e retornar a qualidade ambiental das áreas degradadas, as mineradoras procuram de maneira planejada a sustentabilidade das suas operações³.

A recuperação de áreas mineradas abrange diferentes fases, que devem ser planejadas e detalhadas num documento chamado “Plano de Recuperação de Áreas Degradadas” (PRAD), necessário para obter licenças ambientais. A restituição das propriedades físicas e químicas do solo é a premissa para as ações subsequentes, e constitui um passo fundamental para a revegetação da área, permitindo o processo de incorporação de biomassa ao ecossistema degradado por meio da fotossíntese das plantas nas áreas degradadas (Figura 2)⁴. Esse processo contribui para o acúmulo de carbono e biomassa e, consequentemente,



Figura 1. Cava da mina N5WS. Para minimizar o impacto da mineração, áreas como essa devem ser recuperadas.

fornece matéria orgânica para o solo. A decomposição da matéria orgânica depositada no solo é pré-requisito fundamental para a existência de processos ecológicos que contribuem com a sua estabilização e garantem a atividade da fauna⁵ e microbiota que mediam processos essenciais à sustentabilidade, como a ciclagem de nutrientes e o funcionamento geral do ecossistema a longo prazo⁶. Essa visão multidisciplinar do processo destaca a importância de dois componentes fundamentais para o sucesso da recuperação ambiental: funcional e sucessional (Figura 3).

Apesar da importância da recuperação ambiental para uma mineração sustentável, seu planejamento e sua execução são bastante desafiadores. Dificuldades emergem devido a conhecimentos incompletos sobre os ecossistemas a serem restaurados⁷, o que dificulta a seleção de métodos de recuperação ambiental adequados, que

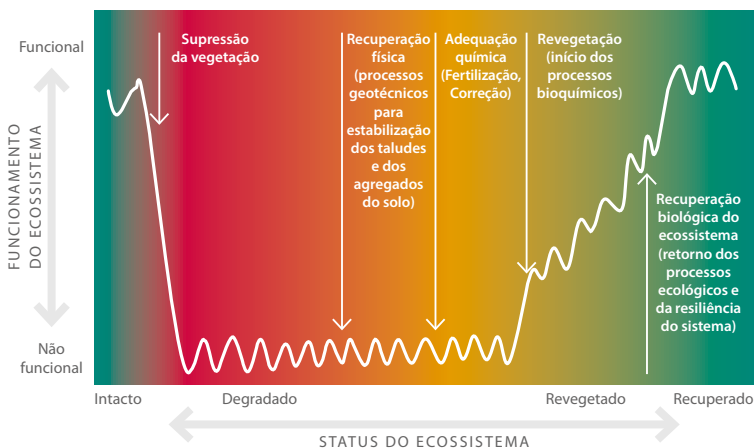


Figura 2. Ilustração da supressão da vegetação e das diferentes etapas da recuperação ambiental de áreas mineradas em termos de funcionamento do ecossistema.

variam desde estratégias passivas a estratégias ativas, como a indução de regeneração natural até o plantio de mudas em altas densidades, respectivamente⁸. Os grandes desafios para a revegetação ativa são a seleção, a propagação e o restabelecimento de espécies adaptadas que contribuam para o aumento da resiliência do ecossistema e que possam induzir a sucessão natural⁹. Além disso, existe a necessidade de criar metodologias que integrem as variáveis da fauna, da vegetação e do solo para estabelecer indicadores visando o status da recuperação ambiental.

As áreas impactadas pela mineração, particularmente pela exploração do ferro no Complexo Mineral de Carajás-PA, são representadas por cavas de minas, pilhas de material estéril, vias de acessos e pátios para apoio logístico e administrativo. Essas áreas apresentam condições ambientais extremas, caracterizadas pelo ressecamento do solo em virtude da supressão vegetal e altos índices de radiação solar incidente, podendo apresentar solo compactado com

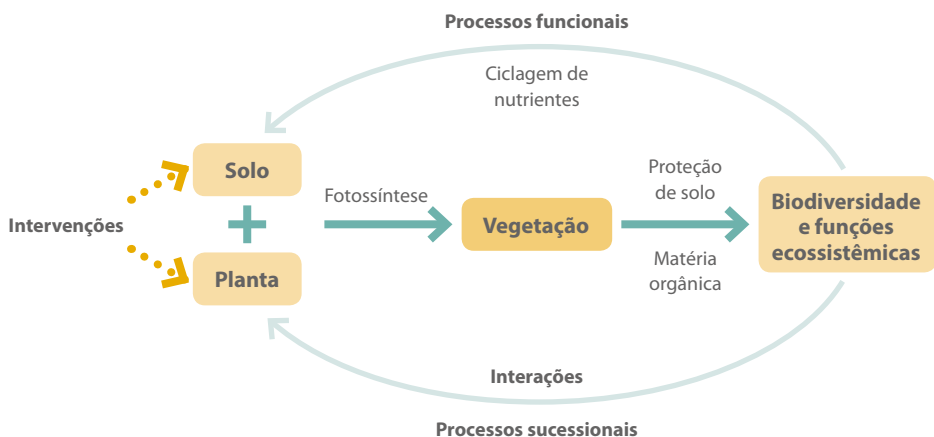


Figura 3. Ilustração da importância dos componentes “solo” e “planta” para o sucesso da recuperação ambiental. A energia solar, o terceiro fator para a revegetação, é abundante em áreas desprovidas de cobertura vegetal. O retorno de funções ecológicas, que aumenta a biodiversidade e as funções ecossistêmicas, ocorre naturalmente a partir de uma revegetação bem-sucedida.

baixo teor de matéria orgânica e nutrientes. Dessa maneira, as áreas mineradas representam ambientes inóspitos para o crescimento de plantas⁴, sendo necessária a escolha de espécies nativas com potencial para estabelecimento nestes locais¹⁰.

O objetivo deste trabalho é descrever, de maneira resumida e simples, os principais aspectos do processo de revegetação, colocando ênfase nas espécies vegetais indicadas para essas atividades, e considerando a situação de áreas mineradas no Complexo Mineral de Carajás. Para isso, apresenta de forma ilustrativa 100 espécies nativas da região e destaca seu uso em diferentes ambientes a serem recuperados.

Carajás: Exploração mineral integrada à proteção ambiental

No dia 11 de julho de 1967, quando um helicóptero sobrevoou a região central do Pará procurando jazidas de manganês, a neblina dificultou a visão e o piloto aterrisou, aflito, na primeira clareira que apareceu. O recém-formado geólogo Breno dos Santos, funcionário da mineradora americana United States Steel, estava a bordo. O pouso de emergência deu certo, mas a clareira não era uma qualquer (Figura 4). Breno notou que a vegetação era estranha e rala, indicando a presença de uma “canga”, ou seja, uma área com grande concentração de ferro próximo da superfície. Breno tinha acabado de descobrir nada mais nada menos do que a mais rica reserva de minério de ferro do mundo, que mais tarde veio a ser conhecida como a Província Mineral de Carajás, cujas reservas de minério de ferro eram estimadas em 18 bilhões de toneladas, e que estão em exploração desde 1985 (Quadro 1). Até o momento, dois bilhões de toneladas de minério de ferro já foram retirados de Carajás, além de outros minerais como manganês, níquel, estanho, cobre, alumínio e ouro¹¹. Isso resultou na produção simultânea de grandes quantidades de estéril e de rejeito, que estão sendo recuperados em consonância com o planejamento de avanço das minas (Figura 5). A recuperação ambiental nessa dimensão representa um grande desafio tecnológico e operacional para as mineradoras.



Figura 4. Mancha de canga metalófitita circundada pela floresta na Província Mineral de Carajás.

Com o objetivo de aproveitar as jazidas minerais e proteger os ecossistemas de maneira simultânea, foi concedido à estatal Companhia Vale do Rio Doce (CVRD, privatizada em 1997 e hoje conhecida como Vale S.A.), em 1987, os direitos de uso de 412 mil hectares que circunscrevem às principais minas da companhia. Visando compensar os impactos ambientais imediatos causados pela mineração, viabilizando ações de conservação e de proteção das jazidas, em 1997 foi criada a



Figura 5. Pilha de Estéril Oeste em fase de expansão (parte superior) e revegetação simultânea. A base da pilha apresenta recuperação mais avançada do que os taludes intermediários (taludes laterais).

Floresta Nacional (FLONA) de Carajás, uma unidade de conservação que está situada entre outras unidades de conservação e uma terra indígena (Figura 6). Com a criação desta FLONA, a Vale ajuda a proteger cerca de 7 mil espécies de plantas e animais na Floresta Nacional de Carajás, entre estas mais de 50 espécies de vertebrados ameaçados e cerca de 300 espécies endêmicas de animais da Amazônia.

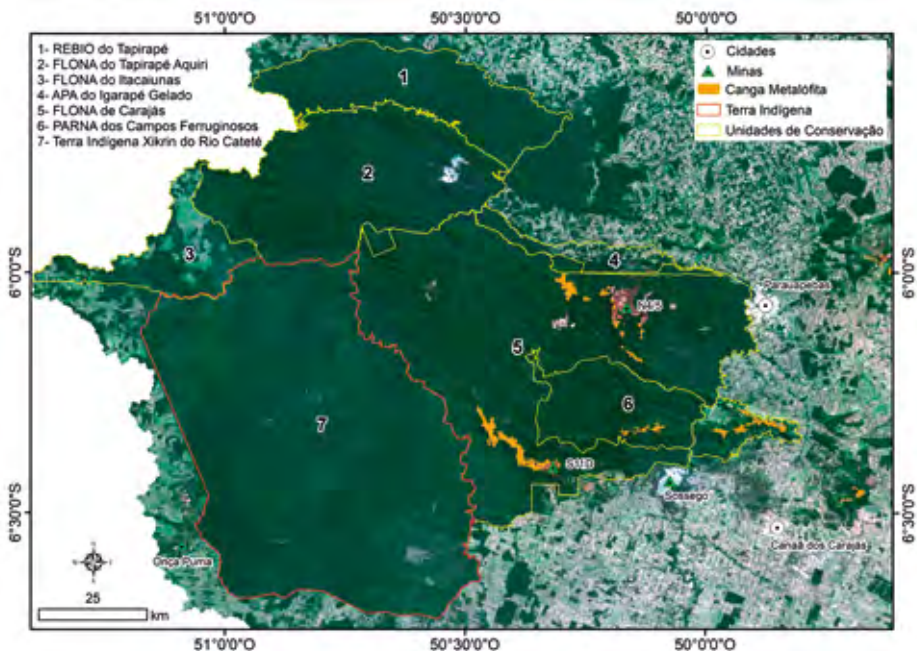


Figura 6. Unidades de conservação, terras indígenas, cangas metalófitas e áreas de mineração na Província Mineral de Carajás.

A flora das cangas da Serra de Carajás foi descrita recentemente em um esforço conjunto de 145 botânicos taxonomistas, coordenado por pesquisadores do Museu Paraense Emílio Goeldi e do Instituto Tecnológico Vale. Os resultados foram publicados em quatro volumes na revista *Rodriguésia* e abrangem 1094 espécies de plantas, das quais 38 são consideradas endêmicas da fitofisionomia de canga. Devido à necessidade de preservação dos campos rupestres ferruginosos da Amazônia, a Vale apoiou a criação do Parque Nacional dos Campos Ferruginosos no sudoeste do Pará, que foi inaugurado em 2017, aumentando consideravelmente a quantidade de habitats e o número de espécies protegidas pela atuação da mineradora.

QUADRO 1

Uma breve história da mineração em Carajás

Em associação com a estatal brasileira Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), a United States Steel obteve o direito de exploração de ferro em Carajás em 1974. Já no final dos anos 1970, iniciou-se a implementação das instalações do Projeto Ferro Carajás, ou seja, o sistema de beneficiamento e transporte do minério das jazidas de ferro".

Em 1977, a CVRD, hoje Vale, assumiu o controle do empreendimento; em 1978, iniciaram-se as obras da construção da Estrada de Ferro Carajás, com 892 km de extensão, ligando as minas no interior do Pará ao principal porto marítimo da região nordeste, em São Luís, no Maranhão. Após a conclusão das obras em 1985, as atividades de mineração a céu aberto entraram em operação com a exploração da mina N4E. Em 1998, a mina N5W foi adicionada ao complexo.

No início do século XXI, CVRD decidiu investir em projetos para aumentar a sua capacidade de produção. Em 2003, iniciou a construção do projeto Salobo, a maior província mineral de cobre do Brasil. No ano seguinte, teve início a produção de concentrado de cobre, o que transformou a Vale em uma das maiores empresas de mineração diversificada do planeta.

Entre 2003 a 2006 foram realizadas as avaliações geológicas, além de estudos de viabilidade da exploração de ferro na Serra Sul. Em 2009, iniciou-se o processo de licenciamento ambiental do Complexo S11D Eliezer Batista. O período de 2010 a 2016 foi marcado por grandes obras nesse projeto em Canaã dos Carajás, que se destaca por ser pioneiro no Brasil na produção de minério de ferro a seco. Nesse mesmo período, houve a expansão do terminal marítimo em São Luís, com a construção do Pier IV e a duplicação da estrada de ferro até o porto de Ponta da Madeira. Em agosto de 2014, a Vale obteve a licença ambiental prévia para ampliação das cavas de N4WS, N5S, Morro I e Morro II, o que em breve vai garantir produção anual de 210 milhões de toneladas de ferro por ano.



A compensação ambiental

Como forma de compensar os danos ambientais causados pelos empreendimentos, especialmente da extração de ferro no Complexo Mineral de Carajás, a Vale S.A. contribui para a criação e manutenção de unidades de conservação e executa atividades de recuperação das áreas impactadas.

- Criação e manutenção de unidades de conservação: a empresa adquire terras com potencial para implementação de UCs e auxilia os órgãos competentes na criação e manutenção destas áreas protegidas (e.g. Parque Nacional Campos Ferruginosos de Carajás e FLONA de Carajás), além da regularização fundiária. Tais atividades de compensação são reguladas pelas condicionantes de cada empreendimento pré-definidas com os órgãos ambientais, pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação de Natureza (SNUC, Art. 36, Lei n. 9.985, de 18/07/2000, obrigando compensação ambiental para empreendimentos de significativo impacto ambiental, pelo Decreto n. 6.848, de 14/05/2009, que define as diretrizes para calcular o valor da compensação.
- Recuperação de áreas degradadas: nas áreas de intervenção da empresa e nas propriedades no entorno da operação para auxiliar na compensação de danos e para cumprir as metas de reposição florestal obrigatória, previstas no Decreto Federal n. 5.975/2006^{14,15}.

Para a compensação pela geração de áreas degradadas, são estabelecidas áreas prioritárias com foco em Áreas de Proteção

Permanentes (APPs), conforme previsto pela Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei n. 12.651/2012, Quadro 3) e outras áreas que favoreçam a conectividade entre as áreas preservadas como nas FLONA de Carajás, de Tapirapé-Aquiri, do Itacaiúnas, assim como na Reserva Biológica do Tapirapé, FLONA Área de Proteção Ambiental (APA) do Igarapé Gelado e o Parque Nacional dos Campos Ferruginosos de Carajás. Os corredores ecológicos estabelecidos entre estes importantes remanescentes de florestas nativas podem contribuir para o deslocamento de animais e dispersão de sementes a longa distância, auxiliando na manutenção do fluxo gênico de espécies da fauna e da flora. Na ocasião, áreas particulares adjacentes a essas unidades de conservação foram adquiridas pela empresa para compensar o impacto ambiental pela implantação do Complexo S11D Eliezer Batista.

As inovações tecnológicas adotadas no Complexo S11D Eliezer Batista, entre elas o uso de sistema *truckless* e instalação da usina e da pilha de estéril fora da área de conservação, contribuem para a conservação de espécies vegetais e animais importantes para a biodiversidade no interior da unidade de conservação no mosaico de Carajás. Além das medidas compensatórias adotadas, a realização do monitoramento e de pesquisas sobre espécies de fauna e flora, significativas para a biodiversidade na região, vão além das obrigações legais impostas pelos órgãos fiscalizadores. Tais iniciativas contribuem para o alinhamento do segmento da mineração com a sustentabilidade, necessária tanto para os empreendedores quanto para a comunidade em geral.

Da mesma forma, além de criar e manter importantes unidades de conservação como a FLONA de Carajás, a Vale adquiriu propriedades privadas, utilizadas como pastagens, e deu início ao processo de recuperação ambiental para a formação dos corredores e reconectar as áreas de preservação. É importante lembrar que, ao comprar áreas de terceiros, a Vale assume a responsabilidade de recuperar o dano ambiental oriundo de desmatamento ilegal ocorrido no passado. Por isso, também realiza a adequação ambiental dos imóveis, recuperando APPs e Reservas Legais (Quadro 3), conforme estabelecido pelo Código Florestal.

QUADRO 2

O Código Florestal Brasileiro

A Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012), também conhecida como *Código Florestal Brasileiro*, é o principal instrumento que regulamenta o uso e proteção das florestas em áreas privadas. Basicamente, esta regulamentação divide os imóveis rurais em duas áreas: áreas para produção (que permitem desmatamento) e áreas para conservação e uso sustentável dos recursos naturais. Esta última, por sua vez, divide-se em três principais categorias:

- **Áreas de preservação permanente (APP)**, criadas para proteger áreas sensíveis, como faixas ao redor de rios, nascentes e corpos d'água, áreas com declividade superior a 45°, manguezais e topos de morros, onde somente atividades consideradas de baixo impacto são permitidas (e.g. ecoturismo), sendo as faixas de proteção para cada área estabelecidas no Art. 4º do Código Florestal;
- **Reservas legais (RL)**, criadas para assegurar o uso econômico sustentável dos recursos naturais dentro de um imóvel rural, onde atividades como o manejo florestal sustentável são permitidas, mas não o corte raso, sendo as regras que definem o percentual do imóvel destinado à RL (Art. 12) baseadas no bioma onde se encontra o imóvel e no tipo de vegetação. Porém, a regra geral é que 80% do imóvel rural na Amazônia deve ser protegido sob forma de RL. Várias regras foram definidas na última atualização da lei em outubro de 2012 para restaurar ou compensar o desmatamento ilegal em APP (Art. 61) e RL (Art. 66-68; Art. 66, § 5º).
- **Áreas de uso restrito**, constituídas pelos pantanais e planícies pantaneiras (Art. 10) e áreas com inclinação entre 25° e 45° (Art. 11). São áreas sensíveis cuja exploração requer a adoção de boas práticas agropecuárias e florestais.



Hierarquia de mitigação

Empreendimentos de grande porte como a instalação do Complexo S11D Eliezer Batista ou as demais minas do complexo Carajás, são necessários para o desenvolvimento socioeconômico da sociedade, embora gerem impactos sobre o meio ambiente (Quadro 2). Em seus três pilares, a hierarquia da mitigação fornece orientações de como evitar excesso de danos ao ambiente¹²:

- **Evitar/mitigar** impactos desnecessários: para obter licenças ambientais, devem ser apresentados diferentes cenários alternativos para selecionar aquele que menos impacta o meio ambiente.
- **Compensar** impactos inevitáveis: a compensação ambiental foi criada para contrabalançar estes impactos sobre o meio ambiente e evitar perdas de biodiversidade e serviços ecossistêmicos. É um instrumento de política pública e financeira que visa ressarcir a sociedade por danos ambientais causados por empreendimentos¹³; dessa forma, os custos da compensação (sociais e ambientais) já são incorporadas ao custo total do empreendimento e definidos no processo de licenciamento da atividade.
- **Recuperar** áreas degradadas por impactos inevitáveis visa restituir as propriedades do solo (física, química e microbiológica), a vegetação e posteriormente algum retorno da fauna e dos serviços ecossistêmicos nas áreas.

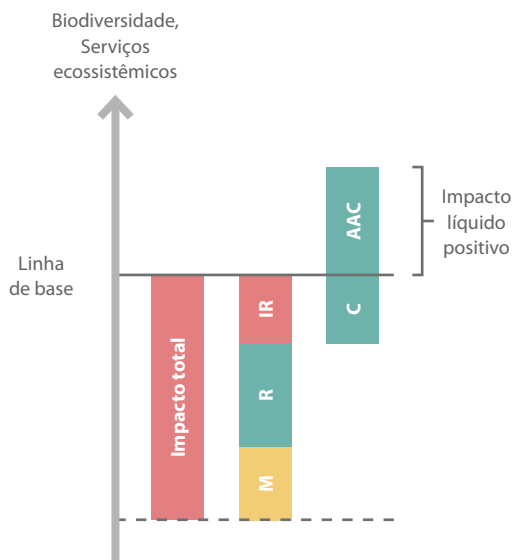


Figura 7. Hierarquia da mitigação. M – medidas de mitigação, R – medidas de recuperação ambiental, IR – impacto residual, C – medidas de compensação e AAC – atividades adicionais de conservação.

Atendendo todos os pilares da hierarquia de mitigação, empreendimentos como a mineração em Carajás promovem a sustentabilidade operacional, caso os impactos inevitáveis sejam compensados ou recuperados. Graças a atividades adicionais de conservação, os empreendimentos podem gerar um impacto líquido positivo (Figura 7).

QUADRO 3

Impactos ambientais

Entende-se por impacto ambiental qualquer processo que diminua a capacidade de um determinado ecossistema em sustentar os processos ecossistêmicos e da vida. Isso inclui qualquer alteração biofísica do meio ambiente que afeta direta ou indiretamente: I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II – as atividades sociais e econômicas; III – a biota; IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V – a qualidade dos recursos ambientais (art. 1º, da Resolução CONAMA n. 001/1986).

Alguns impactos são reversíveis, mas existem danos que não é possível reverter como a perda de biodiversidade endêmica (restrita a um local específico). Além disso, os impactos ambientais podem alcançar diferentes intensidades; por isso, a legislação brasileira classifica os diferentes graus de impacto. As áreas alteradas ou perturbadas ainda possuem capacidade de regeneração natural, enquanto áreas degradadas, como após supressão total de vegetação e da camada superficial do solo, representam aquelas que perderam as funções ecossistêmicas e sofreram redução da resiliência e da biodiversidade, ou seja, não têm capacidade de regeneração natural.



A recuperação de áreas degradadas

O termo recuperação tem sido amplamente utilizado para se referir indistintamente a diferentes técnicas aplicáveis para reverter a situação de um ecossistema degradado para um estado mais desejável, independentemente do nível de impacto¹⁶. Já o Decreto Federal n. 97.632/89 especifica que a recuperação é o retorno do sítio degradado a uma forma de utilização, conforme preestabelecido no PRAD. Nesse conceito, o local recuperado deverá ter qualidades próximas ao local antes do impacto (IBAMA IN 04 do 13/04/2011), devolvendo o equilíbrio dos processos ambientais (Figura 8).

Embora a legislação brasileira postule a necessidade de recuperar as áreas impactadas, há uma discussão sobre a formação de “novos ecossistemas” entre cientistas, políticos e executores (Quadro 4). Além disso, alguns autores avaliam a posição da recuperação ambiental na interface entre sistemas ecológicos e sociais¹⁷. Além da estrutura e do funcionamento é, portanto, necessário considerar todos os requisitos dos atores envolvidos, especialmente as pessoas estabelecidas nos locais e que dependem dos serviços ecossistêmicos para sua subsistência.

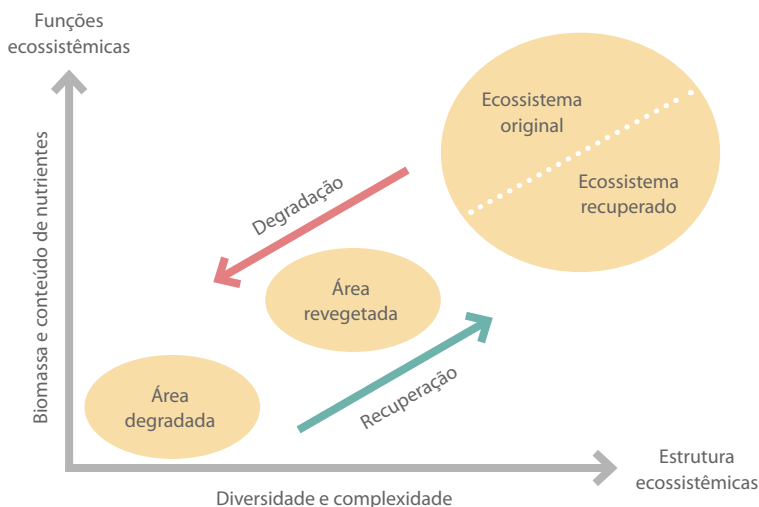


Figura 8. Integração dos processos envolvendo a degradação e a recuperação ambiental em termos de estrutura e funções ecossistêmicas conforme estabelecido pela legislação brasileira.

Consequentemente, os projetos de recuperação ambiental contemporâneos, incluindo a recuperação de áreas mineradas, devem mostrar uma pluralidade de objetivos, incluindo:

- A proteção do solo via cobertura por vegetação original, nativa ou exótica¹⁸;
- A conservação de populações ameaçadas¹⁹;
- O sequestro de carbono²⁰;
- A restituição dos ciclos hidrológicos; e
- O restabelecimento de conjuntos completos de espécies para a provisão de oportunidades sociais²¹ ou educacionais²².

Dentro dos empreendimentos da Vale em Carajás, partes das atividades de recuperação das áreas impactadas pela mineração

QUADRO 4

Mineração a céu aberto e surgimento de ecossistemas novos

Como as minas a céu aberto modificam paisagens inteiras²³, as condições geológicas, pedológicas, hidrológicas e topológicas são alteradas em relação às suas condições originais², onde a recuperação ambiental leva à formação de ecossistemas naturais que podem ser diferentes das referências históricas no local, ou mesmo próximas. Além disso, a rápida transformação de todos os ecossistemas em novas configurações, sem referência histórica devido a mudanças locais e globais fora da responsabilidade das mineradoras, dificulta o retorno às trajetórias históricas²⁴. Isso inclui mudanças na cobertura e no uso da terra ou no clima, que podem alterar as condições abióticas do local, criando faixas de distribuição das espécies existentes, o que também causa perdas de biodiversidade²⁵, invasões biológicas²⁶ e extinções de espécies²⁷.

Para alterações ambientais que impedem o retorno às trajetórias históricas dos ecossistemas, o termo “ecossistemas novos” foi criado²⁸. Embora muitas partes interessadas não aceitem esses ecossistemas novos como resultados de uma recuperação ambiental, existe um consenso de que os ecossistemas novos, parcialmente recuperados, cumprem as funções e os serviços do ecossistema, como o ciclo de nutrientes, a regulação da água ou o sequestro de carbono, e podem hospedar uma grande biodiversidade, incluindo espécies raras e ameaçadas²⁹.

são executadas paralelamente às atividades operacionais, enquanto outras dependem do fechamento definitivo da mina. Elas envolvem intervenções de natureza, intensidade, duração e custos distintos, que vão desde a simples proteção da área a ser recuperada, controle de

espécies invasoras, prevenção contra incêndios, até a execução de obras geotécnicas e plantio de espécies nativas da FLONA de Carajás. Merecem destaque as diferenças entre a revegetação temporária e a recuperação permanente, que são adotadas em consonância com o planejamento de uso futuro das áreas a serem recuperadas.

O PRAD representa o documento em que as empresas descrevem e detalham todas as ações planejadas para recuperar as áreas impactadas. Os PRADs fazem parte de processo de licenciamento e devem abordar questões relacionadas a metodologias e processos recuperadores adotados, como a seleção de espécies nativas a serem reintroduzidas nas áreas degradadas, combate a eventuais espécies invasoras, surgimento de ecossistemas novos e manutenção no longo prazo, incluindo o monitoramento e a avaliação do sucesso das atividades realizadas.

A importância do solo para a recuperação ambiental

Situado na interface entre a litosfera, a hidrosfera, a atmosfera e a biosfera, o solo é o principal integrador dos diferentes componentes dos ecossistemas terrestres (Quadro 5)⁶. Além de servir como base de sustentação das plantas, os solos desempenham papéis essenciais para a funcionalidade e sustentabilidade dos ecossistemas, garantindo, dentre outras, a produção de alimentos, fibras e matérias-primas diversas. Além disso, um solo com todos os atributos adequados contribui fundamentalmente para os processos vitais de manutenção do planeta, como:

- A reciclagem de elementos químicos, incluindo carbono, nutrientes e metais;
- A regulação do fluxo hídrico, por armazenar e purificar a água;
- A regulação do fluxo de energia entre os diferentes compartimentos dos ecossistemas;
- O sequestro e o armazenamento de carbono;
- A promoção da biodegradação (destoxificação) de poluente;
- A manutenção da diversidade vegetal, da fauna e dos micro-organismos.

Dessa maneira, o solo é um elemento-chave de processos reguladores dos ecossistemas, e sua importância para a recuperação ambiental não pode ser subestimada.

De todos os atributos do solo, o teor de matéria orgânica se relaciona positivamente com as funções e a qualidade do solo e, assim com a produtividade, sustentabilidade e integridade ambiental dos ecossistemas terrestres (Figura 9). A matéria orgânica do solo exerce várias funções, destacando-se:

- A influência direta na estruturação e na estabilidade dos agregados;
- A contribuição para aumentar a retenção de água;
- A complexação de metais pesados;
- A estabilização do pH do solo;
- A interação com xenobióticos; e
- A retenção de cátions e ânions.

Quanto maior for o teor de matéria orgânica no solo, maior é a atividade biológica e melhor é a condição para o crescimento das plantas. Ao contrário, o declínio nos estoques e na qualidade da matéria orgânica reduz a qualidade do solo, aumenta a erosão e compactação e causa alterações nos regimes de suprimento de água e nutrientes, na lixiviação e acidificação do solo, além de reduzir a atividade biológica⁶.

Processos biológicos importantes atrelados à atividade biológica do solo são as simbioses radiculares. A fixação biológica de nitrogênio atmosférico, ou seja, a conversão do nitrogênio atmosférico (N_2) em amônia (NH_3), ocorre em algumas espécies de plantas da família Fabaceae por meio da associação com bactérias simbióticas. O uso de espécies vegetais nativas com a capacidade de fixar nitrogênio pode representar vantagens para a recuperação das áreas degradadas. Já na associação simbiótica entre fungos micorrízicos e raízes de algumas plantas, as hifas do fungo auxiliam na absorção de água e nutrientes do solo. Dessa forma, a presença dos fungos micorrízicos pode contribuir significativamente para o melhor desenvolvimento vegetal em áreas em fase de recuperação ambiental.



Figura 9. A matéria orgânica como reguladora das propriedades e funções do solo (adaptado de Moreira & Siqueira, 2006).

A degradação do solo está associada à deterioração dos atributos biológicos, químicos e físicos que garantem a boa qualidade do solo (Figura 10). Como essas alterações são fortemente influenciadas pelo teor de matéria orgânica no solo, a degradação biológica, via supressão da vegetação, causa profundas alterações no fluxo e nas transformações do carbono, representando uma ruptura dos ciclos dos elementos e do fluxo hídrico local. Tais alterações provocam a degradação química por lixiviação de elementos, além da degradação física por processos erosivos.

As áreas impactadas pela mineração apresentam, na maioria dos casos, substratos de menor qualidade e capacidade para o crescimento de plantas ocasionadas pela redução dos teores e da qualidade da matéria orgânica. Em comparação com solos não degradados, a atividade de micro-organismos em substratos minerados é bastante reduzida, incluindo os organismos que podem acelerar o crescimento vegetal, como os fixadores de nitrogênio e os fungos micorrízicos.

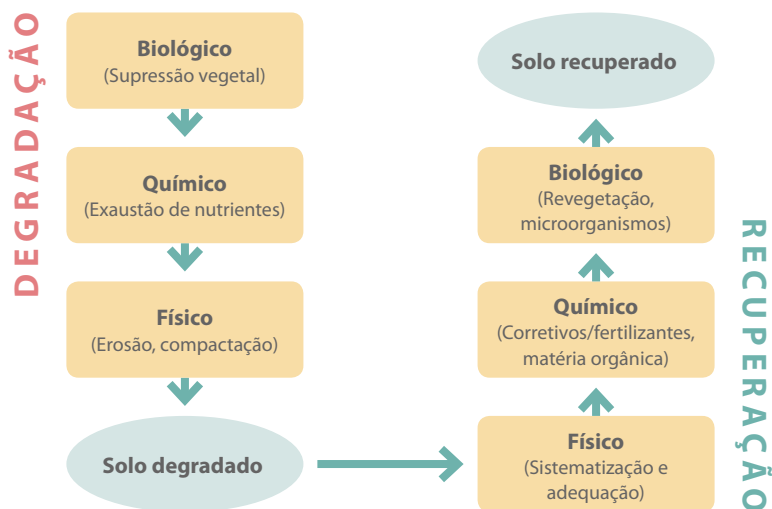


Figura 10. Modelos dos processos de degradação e recuperação de áreas degradadas com ênfase no aspecto cronológico de atributos funcionais determinantes da qualidade do solo (adaptado de Tian et al., 2001).

Com reduzida disponibilidade de micro e macronutrientes, as áreas mineradas apresentam baixa fertilidade. Além disso, a elevada acidez geralmente leva ao aumento dos teores de Mn e Al, tóxicos para a maioria de espécies vegetais.

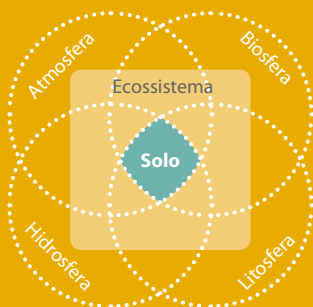
QUADRO 5

Solo como integrador dos componentes ecossistêmicos

O solo é um meio heterogêneo que engloba diferentes substâncias, constituindo-se num sistema complexo, formado na interface das diferentes esferas do planeta.

- A litosfera, representada pelos componentes minerais, forma a fase sólida do solo. Os minerais variam dependendo de sua origem geológica, o que influencia seu tamanho (textura do solo) até as propriedades químicas. Geralmente, representa a maior parte do solo.
- O conjunto de diferentes partículas, que variam em tamanho e formato, resulta na existência de espaços vazios, denominados poros. O espaço vazio do solo é variavelmente ocupado por água e por ar, integrando tanto a hidrosfera como a atmosfera no sistema. Água e ar no solo são igualmente importantes para o crescimento de plantas. A água sustenta os processos fisiológicos, dissolvendo também os nutrientes, que são absorvidos pelas raízes. O oxigênio do ar no solo é essencial para a respiração das raízes e micro-organismos.
- A biosfera é integrada no solo a partir da matéria orgânica e dos seres vivos. Raízes de plantas, macrofauna (anelídeos, térmitas, isópteros e coleópteros), mesofauna (colêmbolas e ácaros) e micro-organismos (bactérias, fungos, protozoários e algas) formam a matéria orgânica viva, contribuindo para a

decomposição da matéria orgânica não viva ou necromassa (restos vegetais e húmus) e a formação e manutenção dos poros do solo.



Por suas funções, e por ser parte integral e estrutural dos ecossistemas terrestres, o solo é um importante componente mediador de processos globais, nos quais se integram as várias esferas do planeta (Figura 11).

Figura 11. Solo como elemento complexo, resiliente e integrador dos componentes dos ecossistemas terrestres, capaz de integrá-los à biosfera terrestre⁶.



Dioclea apurensis

Preparo e condicionamento do solo

Como a maioria dos substratos gerados a partir do processo de pela mineração apresenta condições inadequadas para o crescimento de plantas, a reversão da degradação visa a sua adequação física e química para permitir o estabelecimento de plantas no local. Além da adequação das condições químicas e físicas do substrato, a criação de condições para restabelecer uma comunidade microbiana diversa e funcional, incluindo fixadores de nitrogênio e fungos micorrízicos, é necessária para garantir o sucesso da revegetação.

Para assegurar a funcionalidade do solo e permitir sua revegetação, diferentes práticas rotineiras podem ser aplicadas:

- **Correção da acidez:** a aplicação do calcário aumenta o pH do solo e reduz a disponibilidade de metais pesados para as plantas, além de contribuir para o aumento da atividade biológica do solo e o crescimento de espécies vegetais. Entretanto, existem espécies nativas indicadas para a recuperação de áreas mineradas que apresentam menor resposta a esse insumo.
- **Adubação:** de maneira geral, o uso de fertilizantes visa a recuperação química do solo, aumentando a disponibilidade de nutrientes essenciais e o crescimento das plantas, promovendo maior sucesso nas atividades de recuperação ambiental. A determinação de quantidades de nutrientes exige análise das

propriedades químicas e físicas do solo e interpretação por especialistas da área. O uso de fertilizantes, principalmente os de liberação lenta ou gradual, é uma boa opção para adicionar nutrientes para o crescimento vegetal e promover maior eficiência das atividades de revegetação.

- **Incorporação de matéria orgânica:** quanto maior o teor de matéria orgânica no solo, maior é a atividade biológica ali presente, o que, de maneira geral, relaciona-se positivamente com o desenvolvimento vegetal. A aplicação de biomassa, ou de compostos orgânicos, contribui para o aumento do teor de matéria orgânica no solo.
- **Aplicação de serapilheira:** solos intactos em áreas nativas são cobertos por camadas de serapilheira, que se compõe de todos os resíduos da vegetação como folhas, galhos, cascas e sementes. Sua realocação das áreas suprimidas para áreas a serem recuperadas aumenta a proteção do terreno contra o impacto direto da chuva, o teor de matéria orgânica e o banco de sementes do solo, favorecendo o crescimento da vegetação.
- **Uso de solo orgânico (*top soil*):** *top soil* é a camada superficial do solo, geralmente rica em matéria orgânica, cuja espessura é variável de acordo com as características do sítio (geologia, relevo, cobertura vegetal, regime de chuvas etc.). Após sua remoção das áreas de supressão vegetal, pode ser aplicado em cobertura para recuperar áreas impactadas, trazendo vantagens como a incorporação de bancos de propágulos de espécies vegetais e microbianos, além de matéria orgânica no sistema. Esses benefícios são contrabalançados pelo custo para transportar e distribuir o material, agravado pelo fato que *top soil* não pode ser estocado por muito tempo, e sua aplicação em áreas muito inclinadas se torna inviável.

Revegetação de áreas degradadas

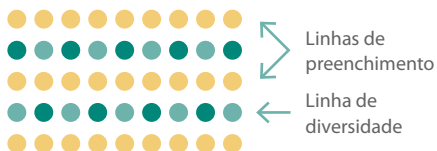
Embora a regeneração natural possa alcançar os objetivos da recuperação ambiental (Quadro 6)³⁰, a revegetação, ou seja, a introdução de sementes ou mudas na área a ser recuperada, pode acelerar a formação da cobertura vegetal, aumentando a proteção de solo e o restabelecimento, ou a indução, de processos ecossistêmicos. A revegetação pode atuar na estabilização das partículas do solo, protegendo a superfície e garantindo o aporte de energia via material orgânico, contribuindo para a estabilidade do ambiente. Para isso, as espécies selecionadas para iniciar o processo de revegetação devem ter, entre outros atributos, crescimento rápido e adaptações às restrições ambientais específicas das áreas onde serão introduzidas³. Além dessa seleção de espécies, que será tratada no próximo capítulo, o plantio de mudas e a semeadura envolvem decisões importantes sobre a quantidade de espécies a serem introduzidas, densidades de plantio e critérios para o arranjo espacial de mudas no campo, com vistas a se alcançar a maior cobertura do solo no menor intervalo de tempo possível.

- **Quantidade** de espécies a serem introduzidas: vale a pena ressaltar que o uso de grande diversidade de espécies aumenta a heterogeneidade do habitat e a diversidade funcional, favorecendo o aporte espontâneo de animais e plantas, embora possam elevar os custos de implantação e os desafios logísticos (produção de mudas e/ou fornecimento de sementes). A quantidade de espécies utilizadas para a revegetação depende da

disponibilidade e especificidades da área a ser revegetada. Embora especialistas recomendem geralmente entre 20 a 30 espécies para projetos de recuperação ambiental³¹, não há recomendações específicas sobre o número ideal de espécies para a recuperação de áreas degradadas pela mineração num ecossistema megadiverso como Carajás.

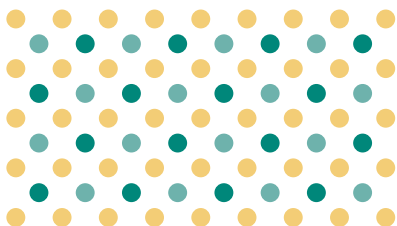
- **Densidade** de plantio: geralmente, para áreas planas e de menor inclinação e quando há recursos disponíveis recomenda-se o plantio de 1.400 mudas por hectare. A maior densidade pode levar a uma recuperação ambiental mais rápida e eficaz³². Recomendações para a densidade de sementes em áreas mineradas variam entre 350 e 500 kg/ha.
- **Arranjo** do plantio: para a recuperação de florestas, o plantio em linhas, em quincôncio e em módulos (Figura 12) já foram aplicados com sucesso³³. Todos os arranjos exigem que as espécies vegetais sejam classificadas em uma das categorias a seguir: pioneiras, secundárias iniciais e tardias (espécies clímax). Em teoria, o plantio em quincôncio ou em módulos representam as duas melhores opções, porque se aproximam mais aos modelos de sucessão ecológica³⁴; contudo exige-se mais estudos para áreas mineradas.
- **Aplicação e fixação de sementes em taludes:** a semeadura pode ser manual ou mecanizada. Em áreas inclinadas como taludes, o uso da hidrossemeadura representa uma alternativa econômica e eficaz. Nesse caso, uma mistura de água com as sementes das espécies selecionadas, fertilizantes, adubo orgânico e *mulch* (cobertura vegetal seca – biomanta) é aplicado na área a ser recuperada. O *mulch* garante a fixação dos demais componentes na superfície inclinada. Adicionalmente, o micro-coveamento e o uso de biomantas podem contribuir para a melhor fixação das sementes e dos fertilizantes nos taludes. A metodologia de plantio de espécies comerciais, via hidrossemeadura, é bem estabelecida. Testes estão em andamento para desenvolver a aplicação de espécies nativas com o hidrossemeador.

A. Plantio em linhas



- Espécies pioneiras
- Espécies secundárias iniciais
- Espécies secundárias tardias

B. Plantio em quincôncio



C. Plantio em módulo

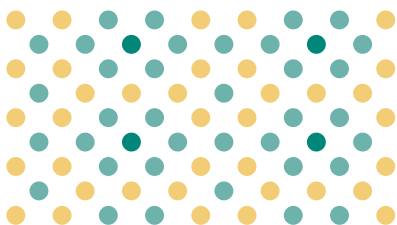


Figura 12. Arranjos para o plantio de mudas no campo. As espécies classificadas sob três diferentes grupos sucessionais, contendo uma a várias espécies plantadas alternadamente nas linhas, nos quincôncios e nos módulos. O número total de espécies depende da disponibilidade e de características específicas da área a ser plantada.

A revegetação pode ser executada em fases distintas, de acordo com as características do local. O plantio inicial objetiva criar uma cobertura vegetal o mais rápido possível, para garantir entrada de energia no sistema a partir da fotossíntese, proteger o solo e iniciar os processos ecológicos, como a decomposição da matéria orgânica. Já o plantio de enriquecimento, realizado depois do plantio inicial, com intervalo variável, visa compensar as falhas do plantio inicial, além de acrescentar maior número de espécies vegetais para acelerar a restituição da biodiversidade e do funcionamento ecossistêmico



Figura 13. Viveiro florestal da Vale S.A. na Serra Norte, Carajás, PA, responsável pela produção e aclimatização de 200 mil mudas por ano.

no local. Recomenda-se o plantio de enriquecimento com espécies desejadas que não toleram as condições iniciais, como alta radiação, e que podem se beneficiar do sombreamento da vegetação previamente estabelecida.

A revegetação de áreas degradadas necessita de uma logística específica. Para garantir maior sucesso, plantios através do uso de mudas vegetais e plantio com sementes necessariamente precisam ser realizados durante as estações favoráveis. Em Carajás, a revegetação é indicada no início da estação chuvosa, ou seja, entre outubro e janeiro, exigindo a disponibilidade de mudas já aclimatadas (Figura 13) e/ou sementes nesse período.

Como as sementes de muitas espécies nativas ainda não são comercializadas, sua obtenção depende da frutificação nos ecossistemas naturais, e demandam o armazenamento entre o período de coleta e o de plantio. Convênios com cooperativas locais se tornaram úteis para a coleta de sementes de espécies nativas, fornecendo renda adicional para comunidades locais e tradicionais, mas exigiram treinamentos de

identificação botânica dos coletores. Para a estocagem das sementes, câmaras frias são adequadas, no entanto, longos períodos de estocagem podem reduzir a viabilidade e a germinação das sementes.

QUADRO 6

Recuperação passiva ou ativa?

A recuperação passiva, também conhecida como regeneração natural, depende da chegada e do estabelecimento de vegetação espontânea no local degradado após a interrupção do impacto e o isolamento da área³⁵. Embora esta regeneração natural represente uma alternativa econômica, ela pode gerar atraso para alcançar as metas de recuperação ambiental, especialmente em áreas isoladas, distantes de áreas fornecedoras de propágulos e de remanescentes de vegetação ou em solos distróficos ou compactados³⁶. Por outro lado, os métodos de recuperação ativa, por meio do plantio efetivo, buscam acelerar a chegada e o estabelecimento de vegetação e da fauna, de acordo com os modelos de sucessão ecológica³⁷.

Intervenções podem ser realizadas de maneira contínua em toda área a ser recuperada, ou podem ser restritas a formação de pequenos núcleos, que são instalados como pontos de partida para uma regeneração natural do ecossistema³⁸. Essa nucleação é uma técnica de interferência mínima, visando a instalação de ilhas de vegetação pela transposição da vegetação, das sementes, da camada superior (*top soil*) e do banco de sementes no solo, de ramos e/ou plantas inteiras (mudas). Além disso, abrigos ou poleiros artificiais para atrair a fauna dispersora podem ser utilizados para contribuir na formação dos núcleos revegetados³⁹.

Como pouco é conhecido sobre a regeneração natural e a nucleação em áreas na Amazônia, e especificamente na região de Carajás, pesquisas científicas tornam-se necessárias para verificar o potencial desses métodos nas áreas impactadas pela mineração.



Seleção de espécies vegetais para recuperação de áreas impactadas pela mineração

Existem inúmeras evidências de que a introdução de espécies não nativas pode causar problemas ecológicos, além de comprometer o sucesso da restauração ambiental^{40,41}. Por isso, a legislação ambiental no Brasil recomenda o uso de espécies nativas em projetos de recuperação ambiental, notadamente em unidades de conservação como a Floresta Nacional de Carajás. Além disso, o uso de espécies endêmicas, raras ou ameaçadas em projetos de recuperação de áreas degradadas pode contribuir para sua conservação⁴². Dessa maneira, todas as espécies listadas nesse guia para a recuperação de áreas mineradas são nativas das cangas ou das florestas da FLONA de Carajás.

Geralmente, uma maior quantidade de espécies tende a aumentar a estabilidade e o desempenho dos serviços ecossistêmicos, embora o aumento da quantidade de espécies utilizadas seja diretamente proporcional ao aumento dos desafios econômicos e logísticos, tais como o fornecimento sincronizado de sementes ou mudas. Como especialistas recomendam o uso de 20 a 30 espécies mais promissoras para garantir o sucesso da recuperação³¹, faz-se necessária uma seleção mais rigorosa dentro do conjunto de espécies apresentadas aqui.

Uma recuperação bem-sucedida exige espécies com as seguintes características:



Figura 14. Talude de aterro revegetado (Pilha de Estéril Sul IV), apresentando espécies persistentes em ambientes recuperados.

- Crescimento rápido para promover cobertura vegetal o mais rápido possível;
- Com raízes finas para contribuir para a formação de agregados estáveis no solo;
- Adaptações às condições ambientais locais específicas;
- Com facilidade de propagação (incluindo disponibilidade de sementes para semeaduras);
- Ocorrência nas comunidades nativas vizinhas às que serão recuperadas;
- Facilitadoras a chegada de outras espécies por atração da fauna dispersora (alimentos e abrigo) ou alterações no ambiente (sombreamento, matéria orgânica, nutrientes).



Figura 15. Aspecto geral das cangas arbustivas contendo espécies características dessa fisionomia.

Adicionalmente, em caso de contaminação das áreas a serem remediadas, espécies com ações biorremediadoras devem ser priorizadas.

Apesar de existirem publicações sobre o assunto, informações sobre essas características não estão disponíveis para todas as 100 espécies apresentadas neste manual, mas pesquisas em andamento mostram que:

- 33 espécies são persistentes em algumas áreas em fase de recuperação ambiental dentro do empreendimento da Vale na FLONA de Carajás, o que comprova sua aptidão para crescer nas áreas mineradas (Figura 14);
- 49 espécies foram classificadas como espécies com facilidade de reprodução por sementes; adicionalmente, três espécies mereceram destaque pela facilidade de propagação vegetativa (*Paspalum cinerascens* e *P. lanciflorum*), totalizando 52 espécies com facilidade de reprodução;

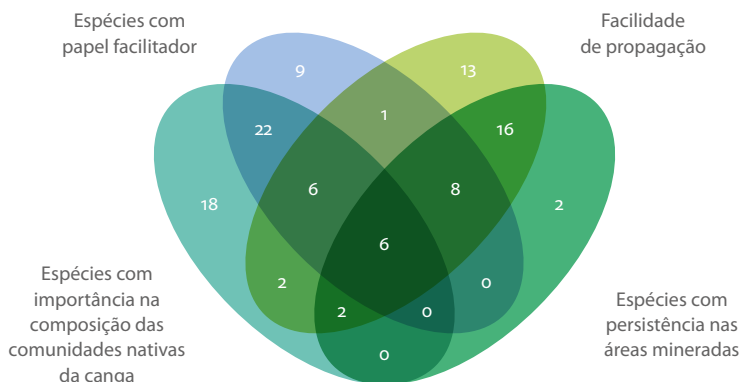


Figura 16. Quantidade de espécies contempladas nesse guia em relação a: persistência em áreas degradadas, forma de propagação, importância nas diferentes fisionomias da canga e papel de facilitadora para outras espécies vegetais.

- 53 espécies são características nas diferentes fitofisionomias das cangas (Figura 15), sendo consideradas importantes para a composição das comunidades naturais afetadas; e
- 49 espécies possuem papel de facilitadoras¹⁰, atraindo a fauna dispersora através da oferta de alimentos e abrigo.

Seis espécies atendem todos os quatro critérios (Figura 16), sendo elas a *Mimosa acutistipula* var. *ferrea*, *Dioclea apurensis*, *Bauhinia pulchella*, *Parkia platycephala*, *Lippia grata* e *Pilocarpus microphyllus*. Junto com as 16 espécies que atendem três dos quatro critérios, elas devem ser priorizadas em qualquer PRAD. Importante ressaltar que muitas espécies apresentadas neste livro ainda estão sendo estudadas sob diversos aspectos, podendo haver alterações na avaliação da adaptabilidade das diferentes espécies no futuro.

Monitoramento e avaliação do status da revegetação

O monitoramento das áreas em recuperação deve ser conduzido para comprovar o efetivo comprometimento com a sustentabilidade dessas áreas. O monitoramento e a avaliação do *status* da recuperação ambiental são fundamentais para redefinir a trajetória ambiental da área em processo de recuperação. Dessa forma, no caso de apresentar-se em declínio, permitem a intervenção para garantir a efetividade dos esforços de recuperação.

Para um monitoramento efetivo, a comparação das áreas em fase de recuperação ambiental (idealmente ao longo das chamadas cronosssequências) com sistemas de referência, cobertos por vegetação nativa, contribui para a avaliação do sucesso da recuperação das áreas mineradas (Figura 17). Dados originados de sistemas de referência representam a base sobre a qual todas as ações de restauração ambiental devem se orientar. Assim, o monitoramento fornece *feedback* de alto valor para melhorar todo o processo de recuperação, incluindo a inferência em requisitos legais, ou seja, o surgimento de ecossistemas não análogos⁴³.

O objetivo da recuperação ambiental é restabelecer o retorno da vegetação e da fauna, garantindo o funcionamento dos serviços ecossistêmicos. Para o monitoramento ambiental das áreas em processo de recuperação existe uma gama de variáveis que podem ser coletadas em campo para posteriormente serem consideradas como indicadores do status de recuperação das áreas, destacando-se

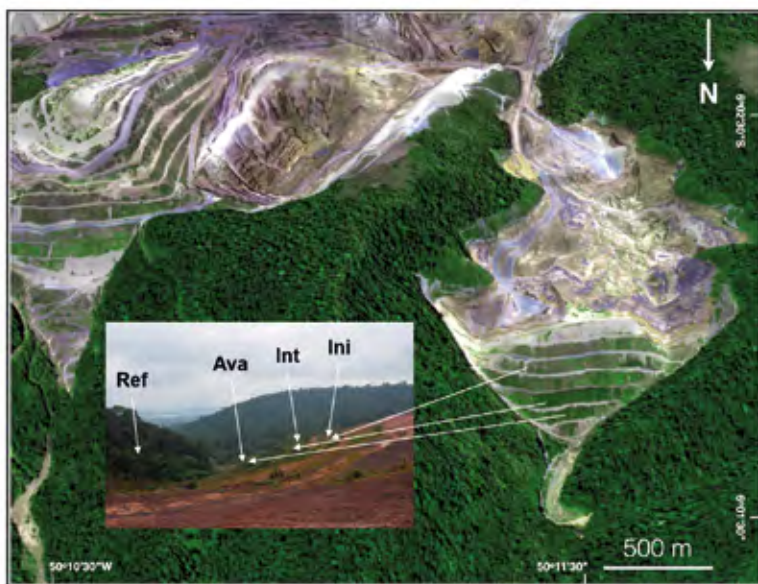


Figura 17. Crono-sequência de recuperação ambiental em uma pilha de estéril na FLONA de Carajás com referência (Ref, área coberta por vegetação natural) como base. Ava indica talude em estágio avançado de recuperação ambiental, Int é talude em estágio intermediário de recuperação ambiental e Ini é talude em estágio inicial de recuperação ambiental.

as diferentes análises de solo (química, bioquímica e biológica), da vegetação e da fauna.

- Para o monitoramento do solo em áreas em fase de recuperação ambiental, recomendam-se as análises químicas e bioquímicas, além da granulometria do solo, estabilidade de agregados, densidade do solo e análise visual da ocorrência de processos erosivos. Enquanto a análise química retorna informações sobre a disponibilidade de nutrientes e o teor de matéria orgânica, as análises bioquímicas estimam parâmetros relacionados a atividade microbiana, que permitem interpretação em relação ao funcionamento do ecossistema.

- Comumente, levantamentos fitossociológicos da vegetação permitem inferência sobre a riqueza, a diversidade e a estrutura da vegetação.
- A fauna pode ser amostrada utilizando armadilhas de diferentes tipos (*pit fall*, *malaise trap* ou ninhos armadilhas para registrar invertebrados), redes e câmara *traps* para amostragem de vertebrados ou observações diretas em campo.
- Informações sobre diversidade e composição de comunidades microbianas podem ser adquiridas por meio de abordagens moleculares, como *meta-barcoding* ou *meta-genômicas*⁴⁴.

Os estudos fitossociológicos da vegetação de áreas em fase de recuperação ambiental permitem inferência sobre a estrutura da vegetação. Variáveis que podem ser utilizadas são a densidade de árvores, a cobertura relativa do solo pela vegetação (em caso de vegetação herbácea) ou a área basal de todas as árvores amostradas. Junto com levantamentos da fauna, os estudos da vegetação permitem informar a recuperação da biodiversidade dos ambientes, embora as informações taxonômicas nem sempre permitam visualizar os mecanismos que afetam o funcionamento dos ecossistemas⁴⁵. Por outro lado, a relação entre a biodiversidade e o funcionamento do ecossistema pode ser revelada pela sua dimensão filogenética ou funcional⁴⁶.

O monitoramento dos processos ecossistêmicos como ciclagem de nutrientes, produtividade dos ecossistemas estabelecidos, sequestro de carbono, decomposição e interações tróficas entre diferentes compartimentos do ecossistema são indicadores cada vez mais exigidos pelos órgãos ambientais. Grande ênfase tem sido dada a indicadores da qualidade do solo a partir dos teores e processos atribuídos à matéria orgânica, pois o teor de matéria orgânica se relaciona positivamente com as características funcionais determinantes no crescimento das plantas (destacando a disponibilidade de nutrientes, retenção de água, e fonte de carbono e energia para a comunidade biológica do solo), na sustentabilidade e integridade ambiental dos ecossistemas terrestres.

Todos os levantamentos citados exigem recursos e mão de obra especializada. Por isso, há tentativas de aprimorar partes do monitoramento ambiental, incluindo o acompanhamento de atividades de recuperação de áreas mineradas, por sensoriamento remoto. Dados de alta resolução espacial criam oportunidades para observação, medição, mapeamento e gerenciamento de ambientes naturais e não naturais. Desenvolvimento de metodologias para o escalonamento de dados de campo *in loco* para paisagens inteiras usando tecnologias de sensoriamento remoto oferecem novas oportunidades para entender melhor o processo de recuperação ambiental a partir de uma perspectiva espacial⁴⁷.

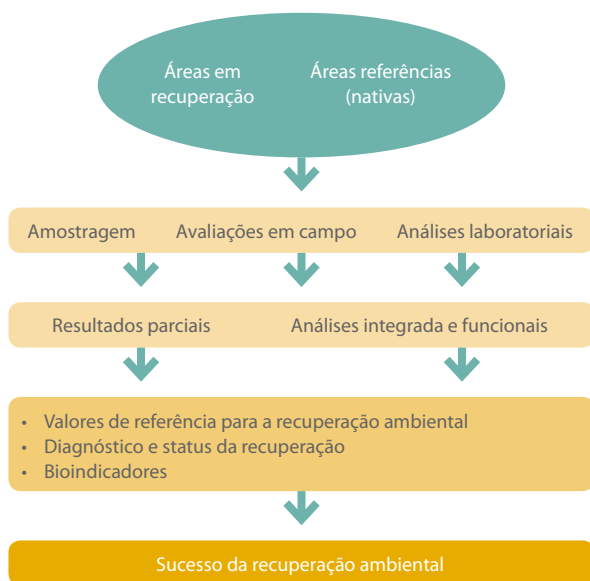


Figura 18. Desenvolvimento de bioindicadores para medir o status da revegetação.

A integração de todas as variáveis levantadas em campo por modelos funcionais (Figura 18) pode revelar relações intrínsecas entre elas e permitir a avaliação objetiva e reproduzível do status de recuperação ambiental de áreas mineradas, incluindo valores de referência gerados a partir de ecossistemas que podem servir de referência. Além de mostrar com transparência o comprometimento da mineração com o status das áreas mineradas, tais análises fornecem um *feedback* valioso para a prática, capaz de aperfeiçoar todos os aspectos da recuperação ambiental.

Símbolos e imagens

Quando disponíveis, imagens de pólen foram acrescentadas às descrições das espécies para aumentar o alcance deste manual. É importante ressaltar que, devido à sua diversidade, a visualização do pólen pode ser utilizada para identificar quais espécies de plantas foram visitadas por insetos, morcegos e colibris, evidenciando a complexa rede de interações entre os animais e as plantas na natureza.

Os seguintes símbolos foram utilizados para facilitar o reconhecimento das espécies e de suas características úteis⁴⁸.

Hábito



Erva
monocotiledônea



Erva
eudicotiledônea



Subarbusto



Arbusto



Árvore



Liana ou
trepadeira



Palmeira

Filotaxia



Folhas simples,
alternas



Folhas simples,
opostas



Folhas
rosuladas



Folhas compostas,
alternas

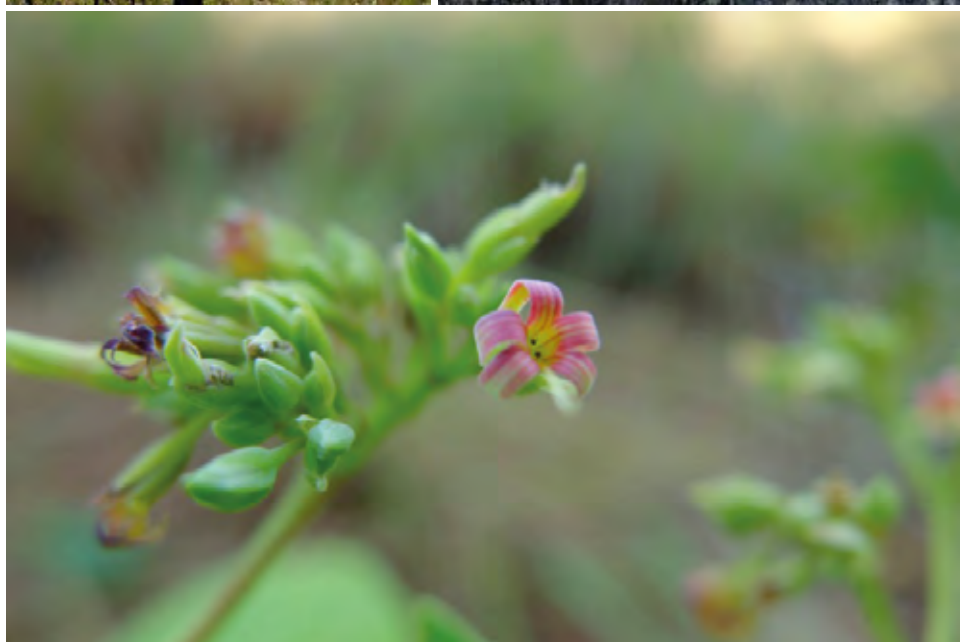


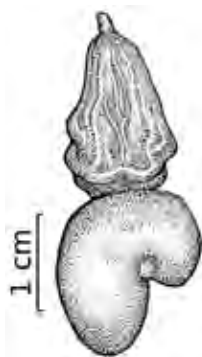
Folhas compostas,
opostas

 Cor da flor  Presença de látex				Outras características
 Medicinal  Alimentícia  Madeira  Artesanato  Ornamental  Venenosa  Ameaçada				Recomendações
 Anemofilia (vento)  Entomofilia (insetos em geral)  Cantarofilia (besouros)  Melitofilia (abelhas)  Esfingofilia (mariposas)  Psicofilia (borboletas)  Ornitofilia (aves)  Quiropterofilia (morcegos)				Síndrome de polinização
 Persistência nas áreas mineradas  Facilidade de propagação  Importância nas comunidades de canga  Papel facilitador				Ranking de RAD



Descrições das espécies adequadas para RAD



Anacardium occidentale

Nome comum: Cajueiro

Descrição: Arbustos a árvores, 1,5-5 m alt., com aroma forte de breu. Folhas inteiras, obovadas a espatuladas, 7-15 cm compr., com ápice obtuso a emarginado. Inflorescência ampla, terminal, corimbiforme, pedúnculo verde-avermelhado, flores até 3 mm compr., alvo-arroxeadas, pétalas 5, reflexas e agudas, 6-7 estames, estilete 6 mm compr. Frutos com receptáculo expandido, verde passando a amarelo ou vermelho, suculento, portando uma drupa curva de 1,5 cm compr. Pólen: Mônades, grandes, esferoidais, ornamentação reticulada-estriada, 3-colporados. P: 59-50 µm, E: 44-55 µm; Ex: 5-5.6 µm.

Diferencia-se pelo aroma de breu na casca, folhas obovadas e o receptáculo suculento coroadado pela castanha.

Amplamente distribuída do México ao Paraguai. No Brasil foi registrada na maioria dos estados. Em Carajás ocorre tanto sobre a canga como em mata baixa⁴⁹.

RAD: Espécie com frutos carnosos que atraem animais e podem contribuir para a recuperação de redes de interação. Persistente nas pilhas de estéril, pode ser utilizada para a recuperação ou enriquecimento de áreas protegidas. Possui valor socioeconômico.





Spondias mombin

Nome comum: Taperebá

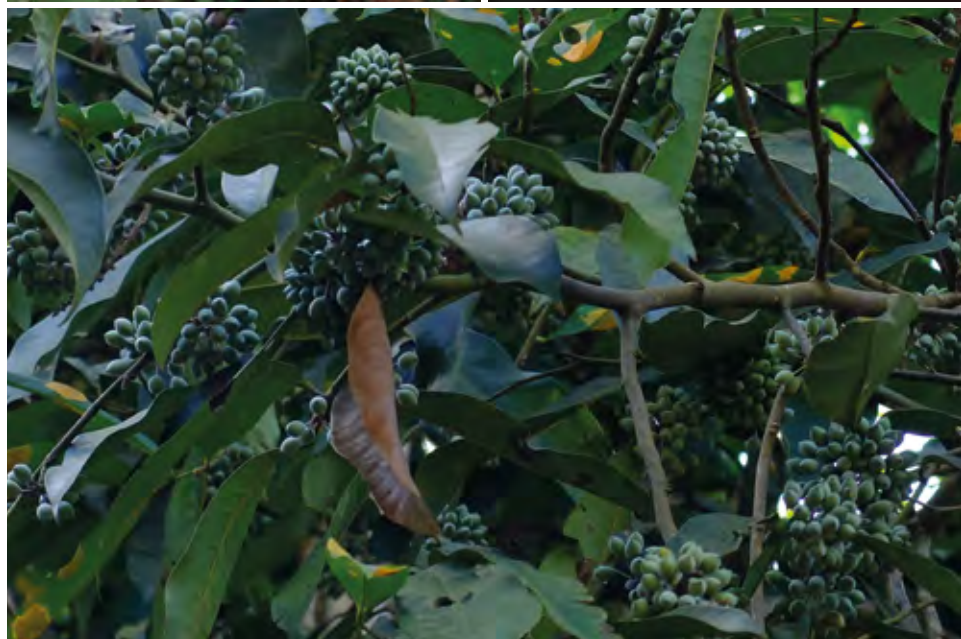
Descrição: Árvores atingindo 20 m alt. Folhagem com aroma de breu, folhas imparipinadas, folíolos laterais em 5-8 pares, alternos, 7-12 cm compr., romboides assimétricos, base cuneada, ápice acuminado. Inflorescências terminais paniculadas com pequenas flores pentâmeras, creme-esverdadas, estames 5. Fruto drupáceo, até 3 cm compr., ovoide, com 5 pontas sub-apicais, amarelo, com casca fina e polpa adocicada, unisseminado. Pólen: Mônades, grandes, peroblato, ornamentação microreticulada, 1-sulcados. P: 24-27 µm, E: 55-60 µm; Ex: 2-2.3 µm.

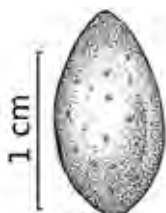
Diferencia-se pelas folhas imparipinadas com aroma de breu, frutos amarelos com 5 pontas, doces, comestíveis.

Distribuição Neotropical. Ocorre amplamente no Brasil, exceto na região Sul, sendo comumente cultivada no Nordeste. Em Carajás cresce em floresta ombrófila e floresta semidecídua.

RAD: Espécie arbórea pioneira, necessita de solos bem drenados para seu desenvolvimento e produz frutos que atraem a fauna dispersora. O plantio da espécie é indicado para pilhas de estéril e áreas de compensação. Possui valor socioeconômico.





Guatteria punctata

Nome comum: Envira-caju

Descrição: Árvores ou arbustos atingindo 8 m alt., ramos ferrugíneos. Folhas alternas dísticas, estreitas, elípticas a obovadas, com base aguda e ápice acuminado. Flores axilares em grupos de 1-muitas, botões obtusos, cobertos por tricomas adpressos, 3 sépalas esverdeadas, 3 pétalas verdes com base interna mais escura; ovário com vários carpelos separados. Frutos indeiscentes, com muitos carpídios unisseminados.

Diferencia-se pelas folhas dísticas, flores com 6 peças alargadas, esverdeadas e centro alaranjado, fruto parecendo uma fruta-do-conde.

Distribuída pela América do Sul, principalmente na região Amazônica. No Brasil ocorre nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Em Carajás foi encontrada em canga e área de mata⁵⁰.

RAD: Espécie pioneira, facilitadora nas áreas abertas por oferecer condições favoráveis ao estabelecimento de outras espécies. Já foi registrada em áreas recuperadas nas cavas dos arenitos. Requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala.





Xylopia aromatica

Nome comum: Pimenta-de-macaco

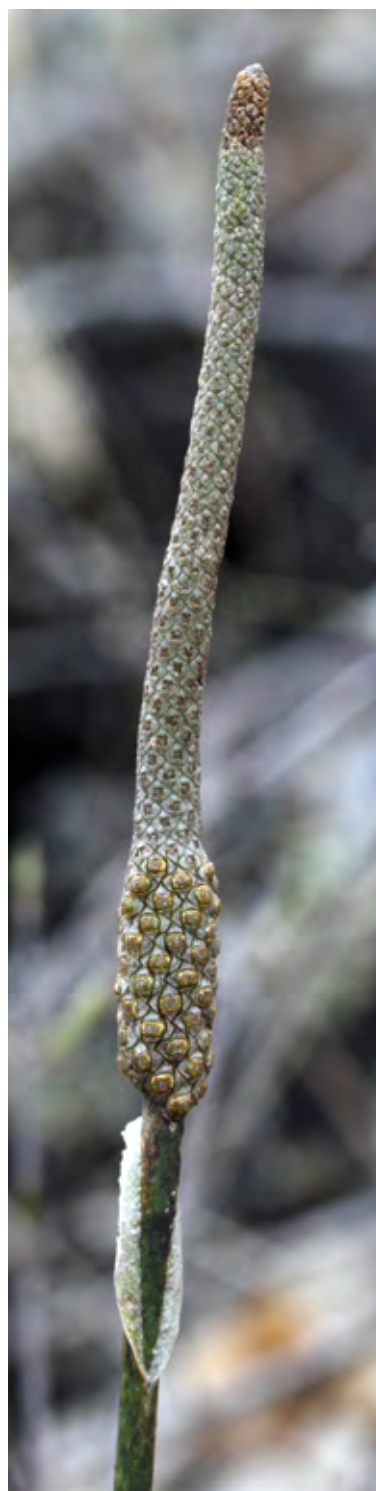
Descrição: Árvores ou arbustos atingindo 10 m alt. Folhas alternas dísticas, estreitas, elípticas, com base arredondada e ápice agudo. Flores axilares em grupos de 1-3, botões agudos, 3 sépalas alaranjadas, 3 pétalas totalmente brancas; ovário com vários carpelos separados. Frutos suculentos, abrindo-se para revelar interior avermelhado e 3-6 sementes pretas.

Diferencia-se pelas folhas dísticas, pendentes, flores com 6 partes agudas internamente brancas, frutos rompendo-se irregularmente, internamente avermelhados, sementes negras.

Amplamente distribuída pela região Neotropical. No Brasil ocorre de Norte a Sudeste, na Amazônia e em áreas de cerrado. Em Carajás cresce em canga, capão de mata e mata de transição⁵⁰.

RAD: Espécie pioneira, produz grande quantidade de frutos procurados por aves. Ocorre em áreas antropizadas, com potencial de crescimento em diversos ambientes. Possui valor socioeconômico.





Anthurium lindmanianum



Nome comum: Antúrio-da-canga

Descrição: Ervas com raízes carnosas brancas e folhas partindo de um rizoma, pecíolos geniculados 4-27 cm compr., lâminas foliares até 50 cm compr., elípticas, 7-11-nervadas. Pedúnculo verde, 39-74 cm compr., espata até 6 cm compr., estreita, flores esverdeadas. Frutos maduros arroxeados.

Diferencia-se pelos rizomas com muitas raízes espessas, folhas longas e eretas, inflorescência com espádice esverdeado, frutos roxos.

Endêmica do Brasil, ocorre nas regiões Norte e Centro-Oeste, em Floresta Amazônica e Cerrado. Na Serra dos Carajás cresce em vegetação de canga⁵¹.

RAD: Espécie rasteira com potencial de propagação vegetativa. Pode ser utilizada para recuperação em todos os ambientes de mineração, incluindo as cavas de mina.







Nome comum: Inajá

Descrição: Palmeira com caule robusto, atingindo 10 m alt. Folhas 14, pinadas com folíolos distribuídos em diversos planos, inflorescências intra-foliares, flores de sexos separados, creme, masculinas com estames ultrapassando as pétalas. Frutos elipsoides, 7 x 3 cm, esverdeados, sementes lisas, uma por fruto, ovoides com ápice agudo.

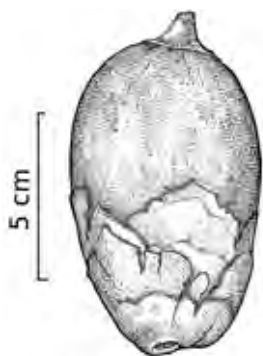
Diferencia-se pelas folhas com folíolos em diferentes planos, lembrando rabo-de-raposa, frutos grandes, lisos, uniseminados.

Distribuída pela região Tropical da América do Sul. Ocorre na Amazônia em áreas de floresta, campinaranas e cangas. Na Serra dos Carajás foi registrada sobre canga e em áreas antropizadas⁵².

RAD: Espécie pioneira de ocorrência espontânea em áreas antropizadas. Possui inflorescências ricas em pólen e néctar e produz grande número de frutos. Importante por propiciar uma grande diversidade de polinizadores e dispersores. Requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala.







Nome comum: Babaçu

Descrição: Palmeira com caule robusto, atingindo 20 m alt. Folhas até 22, pinadas com folíolos distribuídos em um único plano, inflorescências intra-foliares, várias por planta, flores de sexos separados, creme, masculinas com estames ultrapassando as pétalas. Frutos elipsoides, 7 x 5 cm, esverdeados, sementes lisas, 2-8 por fruto.

Diferencia-se pela sua imponência, com folhas muito grandes, com folíolos em um único plano, frutos grandes, lisos, 2-8-seminados.

Endêmica da Amazônia (*sensu lato*). Na Serra dos Carajás ocorre em floresta ombrófila e várzea.

RAD: Espécie pioneira com potencial socioeconômico. Produz grandes quantidades de pólen, néctar e frutos, contribuindo para a recuperação de redes de interação. Requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala.







Nome comum: Açaí

Descrição: Palmeira crescendo em touceiras com 4-8 caules esguios, atingindo 10 m alt. Folhas até 8, pinadas com folíolos distribuídos em um único plano, inflorescências sub-foliares, várias por planta, flores de sexos separados, rosa a arroxeadas, estames não ultrapassando as pétalas. Frutos globosos, 1,5 cm diâm., roxo-escuros quando maduros, unisseminalados. Pólen: Mônades, grandes, peroblatos, ornamentação microreticulada, 1-Sulcados. P: 24-27 μm , E: 55-60 μm ; Ex: 2-2.3 μm .

Diferencia-se pelo porte elegante, em touceiras, folhas com folíolos em um único plano, frutos globosos, roxos, unisseminalados.

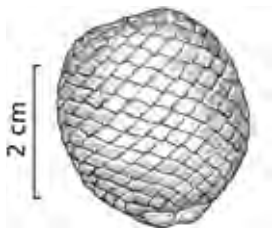
Distribuída de Honduras até o Brasil, principalmente na Amazônia (*sensu lato*), frequente em áreas inundáveis. Em Carajás ocorre em floresta de várzea.

RAD: Palmeira típica de floresta, necessita de muita umidade para seu desenvolvimento. Procurada pela fauna devido à sua oferta de néctar, pólen e frutos carnosos. Pode ser utilizada durante o enriquecimento, especialmente em solos profundos e alagadiços. Possui alto valor socioeconômico. De fácil propagação, produz grande número de sementes.





Mauritiella armata



Nome comum: Buritirana

Descrição: Palmeira com caule delgado, espinescente, atingindo 6-8 m alt. Folhas 12-14, flabeladas. Inflorescências intra-folares com ramos pendentes, muito ramificados, flores de sexos separados, creme, masculinas com estames iguais às pétalas. Frutos globosos a ovóides, 2 cm compr., alaranjados, epicarpo coberto de escamas imbricadas, sementes lisas, uma por fruto, arredondadas.

Diferencia-se pelo caule espinescente, folhas com formato de leque, frutos cobertos por escamas alaranjadas.

Distribuída pela Amazônia (*sensu lato*), da Colômbia à Bolívia e áreas adjacentes. No Brasil ocorre da região Norte ao Sudeste, preferencialmente em matas ciliares. Na Serra dos Carajás foi encontrada sobre canga⁵².

RAD: Palmeira com muitas flores visitadas por abelhas. Possui ampla distribuição e seus frutos são apreciados por animais. Desenvolve-se bem em solos alagadiços e é de fácil propagação por sementes produzidas em abundância.





Oenocarpus distichus



Nome comum: Bacaba

Descrição: Palmeira com caule elegante, atingindo mais de 20 m alt. Folhas 8-15, dísticas, pinadas com folíolos distribuídos em diversos planos, inflorescências intra-foliares, pendentes como crina de cavalo, flores de sexos separados, creme-amareladas, masculinas com estames menores que as pétalas. Frutos redondos, lisos, 1,8 x 1,4 cm, verde-arroxeados, contrastando com os ramos da infrutescência avermelhada, sementes lisas, uma por fruto, redondas. Pólen: Mônades, médios, oblatos, ornamentação microreticulada, tricotomosulcados. P: 25-30 µm, E: 40-45 µm; Ex: 2-2.3 µm.

Diferencia-se pelo caule elegante, folhas dísticas, inflorescência parecida com crinas de cavalo e frutos redondos.

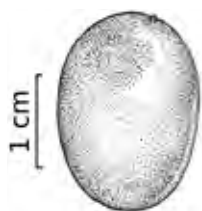
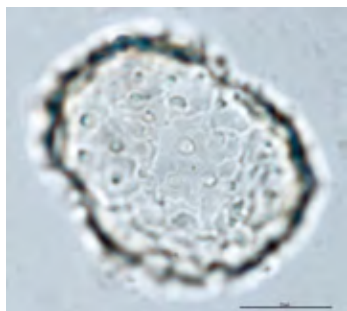
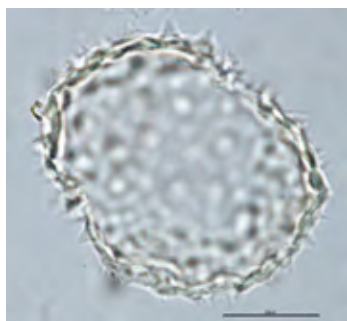
Distribuída pela Amazônia no Brasil e Bolívia chegando a áreas de Cerrado. Em Carajás ocorre sobre canga, lagoa sobre canga e áreas antropizadas⁵².

RAD: Palmeira muito procurada pela oferta de recursos florais e frutos que oferece para a fauna. Recomenda-se para o plantio em pilhas de estéril e nas áreas de compensação ambiental. Possui valor socioeconômico. Produz grande número de sementes mas requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala.





Socratea exorrhiza



Nome comum: Paxiúba, Sete-pernas

Descrição: Palmeira solitária com raízes aéreas longas, espinescentes, caule fino, com nós espaçados, atingindo 12 m alt. Folhas até 6, pinadas com folíolos distribuídos em dois planos, inflorescências sub-folares, 2-3 por planta, densas, curtas, flores de sexos separados, esverdeadas, estames não ultrapassando as pétalas. Frutos ovóides, 2,5 cm diâm., verdes passando a castanhos, unisseminados. Pólen: Mônades, grandes, esféricos, ornamentação escabrida com espinhos, 1-sulcados. P: 45-53 μm , E: 52-60 μm ; Ex: 2 μm , Alt. Eo.: 3.5-5 μm .

Diferencia-se pelas suas raízes escora espinescentes, nós afastados, frutos ovóides castanhos.

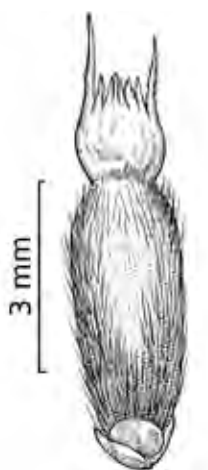
Distribuída pela América Central até Amazônia (*sensu lato*). Em Carajás ocorre em floresta ombrófila aberta, floresta de várzea e igapó⁵².

RAD: As sementes dessa palmeira são consumidas por diferentes animais dispersores. Seu uso contribui para a recuperação de redes de interação, mas necessita de solos úmidos para desenvolver-se. Requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala.





Aspilia attenuata



Nome comum: Margarida-amarela

Descrição: Arbusto até 2 m alt., com ramos delgados, folhas decussadas, sésseis, linear-lanceoladas. Inflorescências em corimbos de capítulos, flores do raio e do disco amarelas. Frutos 3-costados, com 1-3 aristas apicais.

Diferencia-se pelas folhas opostas e muito estreitas e ramos alongados portando margaridas totalmente amarelas, vistosas, frutos 1-3 aristados.

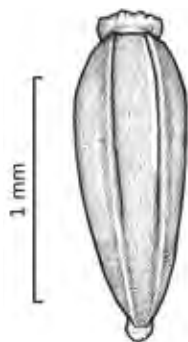
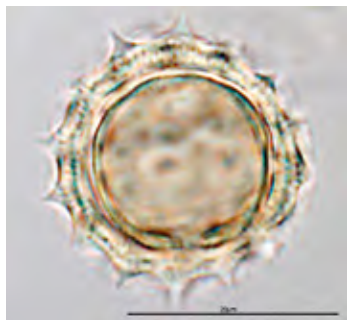
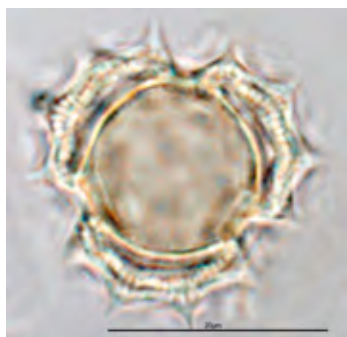
Endêmica do Brasil, ocorre nas regiões Norte, Centro-Oeste, Sudeste e Sul, principalmente em área de Floresta Amazônica, Mata Atlântica e Cerrado. Em Carajás cresce em canga, mata baixa e transição⁵³.

RAD: Atraente para insetos devido à oferta de pólen e néctar, este arbusto produz muitas sementes dispersas pelo vento, o que pode favorecer a colonização espontânea de áreas degradadas. Requer testes de viabilidade de sementes para armazenamento e emprego em coquetéis para hidrossemeadura.





Cavalcantia glomerata



Nome comum: Mentrasto-da-canga

Descrição: Ervas anuais atingindo 1,5 m alt.

Folhas inteiras, triangulares, margens crenadas.

Inflorescências terminais em capítulos compostos, brácteas involucrais verdes, flores brancas a rosadas com menos de 5 mm compr., pétalas 5, anteras inclusas, estilete com dois ramos exsertos, brancos, vistosos. Frutos 1 mm compr., costados, sem pápus. Pólen:

Mônades, pequenos, esferoidais, ornamentação punctada com espinhos, 3-colporados. P: 22-25 μm, E: 20-25; Ex: 4 μm, Alt. Eo.: 3-4 μm.

Diferencia-se pelo porte herbáceo, folhas triangulares crenadas na margem, inflorescências em cimeiras de 6-8 capítulos com 15-32 flores brancas todas iguais, frutos sem pelos ou cerdas.

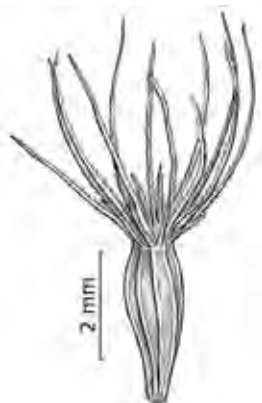
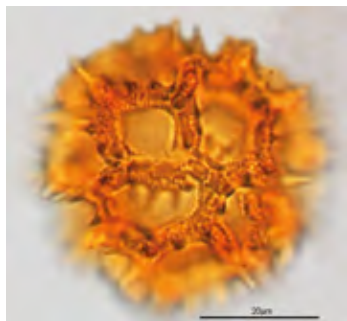
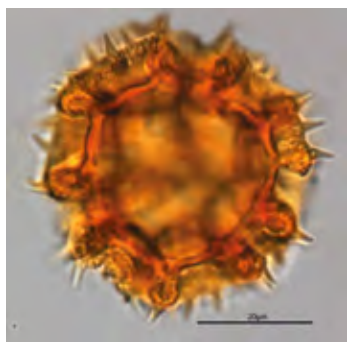
Endêmica da região de Carajás, foi coletada em áreas de canga, mata baixa e transição⁵³.

RAD: Espécie capaz de produzir abundantes sementes dispersas pelo vento. Intensamente visitada por insetos durante sua floração. Pode ser utilizada na recuperação de diferentes ambientes abertos. Requer testes de viabilidade de sementes para armazenamento e protocolos para emprego em hidrossemeadura.





Lepidaploa paraensis



Nome comum: Assa-peixe-da-canga

Descrição: Arbusto pequeno e decumbente até 70 cm alt. Folhas espiraladas, sésseis, estreitas, cuneadas na base e com ápice atenuado. Inflorescência escorpióide com vários capítulos discoides, flores brancas a lilases. Frutos multicostados, pubescentes, com pápus bisseriado externamente macio e internamente cerdoso. Pólen: Mônades, médios, oblato-esferoidais, ornamentação lofada com espinhos, 3-colporados. P: 40-54, E: 40-55 μm , Ex: 7-8 μm , Alt. Eo: 4-6 μm .

Diferencia-se pelo porte arbustivo, com inflorescências escorpióides portando capítulos com flores brancas a lilases, frutos com pápus em duas séries.

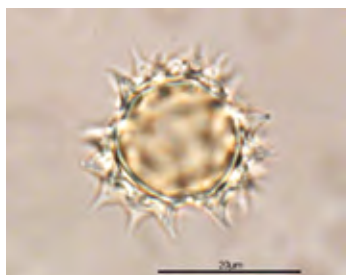
Endêmica da Serra dos Carajás, encontrada sobre canga⁵³.

RAD: Espécie produtora de grande quantidade de sementes dispersas pelo vento e com flores intensamente visitadas por insetos. Pode ser utilizada na recuperação de diferentes ambientes abertos. As sementes perdem a viabilidade em pouco tempo após armazenamento. Requer semeadura rápida em menos de 10 meses de armazenamento.





Monogereion carajensis



Nome comum: Pegajosa-lilás

Descrição: Erva anual até 80 cm alt., não ramificada.

Folhas triangulares profundamente lobadas, viscosas, arroxeadas inferiormente. Inflorescências com capítulos laxamente dispostos, discoides, corola lilás a rósea. Fruto prismático com pápus uniaristado. Pólen: Mônades, médios, oblato-esferoidais, ornamentação lofada com espinhos, 3-colporados. P: 20-28, E: 20-27 μm, Ex: 3 μm, Alt. Eo: 3-4 μm.

Diferencia-se pelo hábito herbáceo com ramos pegajosos, não ramificadas, folhas lobadas com face inferior arroxeadas, inflorescências discoides lilases ou rosa, fruto com apenas uma arista.

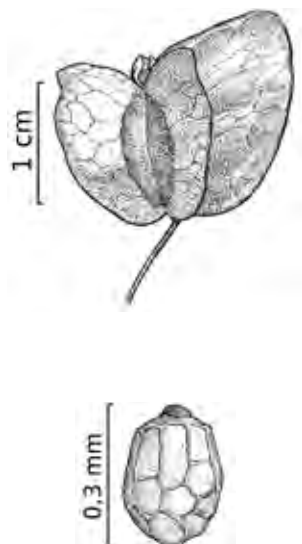
Gênero endêmico da Serra dos Carajás.

Ocorre em áreas de canga arbustiva, campo limpo e bordas de mata⁵³.

RAD: Espécie anual muito procurada por insetos polinizadores, sua reintrodução nas áreas em fase de recuperação ambiental também contribui para a sua conservação. Germinação intermediária mas produz grande número de sementes que não requerem escarificação. Queda de viabilidade com o armazenamento.







Nome comum: Begônia

Descrição: Ervas perenes, suculentas, atingindo 1,5 m alt. Folhas inteiras, estipuladas, assimétricas, elípticas com a base irregular e as margens serradas. Inflorescência ampla, terminal, dicotômica, pedúnculo verde-avermelhado, flores verde-rosadas de sexos separados, as masculinas menos de 1 cm compr., tépala 4, anteras amarelas, flores femininas com hipanto trilobado, estigma bilobado com ramos espiralados. Frutos capsulares trilobados, secando castanho-claros, liberando inúmeras sementes castanho-claras.

Diferencia-se pela folhagem verde-clara sem manchas, folhas assimétricas com base desigual, estípulas persistentes, flores masculinas e femininas.

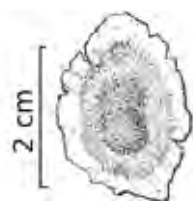
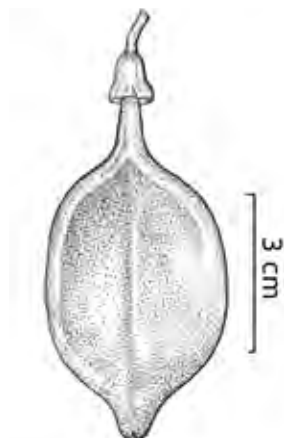
Distibuída no Brasil pela Floresta Amazônica, Caatinga e Mata Atlântica. Em Carajás cresce sobre afloramentos rochosos na borda ou no interior dos capões sobre a canga e também nos afloramentos de granito⁵⁴.

RAD: Subarbusto de fácil propagação vegetativa. Apresenta folhas decíduas, contribuindo para ciclagem de nutrientes e frutos alados dispersos pelo vento. Requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala.





Anemopaegma carajasense



Nome comum: Ipê-da-canga

Descrição: Arbusto ereto ou apoiante, até 2,5 m alt., folhas trifolioladas, com gemas axilares arredondadas, folíolos 6-9 cm compr., lanceolados, base atenuada, ápice arredondado a retuso, coriáceos, densamente pilosos. Inflorescência em racemo laxo, flores zigomorfas, cálice cupular, corola creme com fauce amarelada, lobos 5, estames 4, estaminódio 1. Fruto capsular elíptico, 7-9 cm compr., abrindo-se para liberar numerosas sementes com alas membranáceas.

Diferencia-se pelas folhas opostas trifolioladas pilosas e rugosas, corola creme-amarelada vistosa, sementes aladas delicadas.

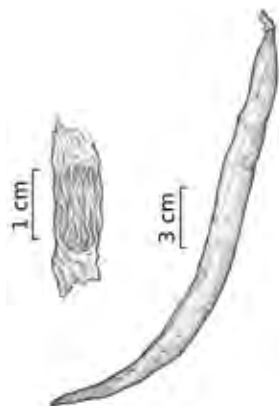
Endêmica da Serra dos Carajás. É encontrada sobre canga, campos rupestres, transição entre canga e mata de encosta⁵⁴.

RAD: Arbusto característico das formações abertas da canga, polinizado por abelhas de médio porte. Produz sementes que podem ser dispersas pelo vento, favorecendo a regeneração espontânea em áreas mineradas. Estudos mostram uma melhor germinação após escarificação e perda rápida de viabilidade após armazenamento.





Handroanthus serratifolius



Nome comum: Ipê-cascudo

Descrição: Árvore decídua com copa estreita, atingindo 20 m alt. Folhas 5-digitadas, folíolos 7-10 cm compr., elípticos, base arredondada, ápice obtuso, margem serrada, glabras. Inflorescências terminais, umbeladas, densas, flores zigomorfas, 3-5 cm compr., corola amarela, tubulosa, membranácea, estames 4, curvados, 1 estaminódio. Fruto capsular alongado, estreito, pendente, libertando inúmeras sementes aladas papiráceas. Pólen: Mônades, grandes, subprolato, ornamentação microreticulada com clavas, 3-colporados. P: 70-80 µm, E: 52-70 µm; Ex: 1-1.5 µm, Alt. Eo: 1.5-2.3 µm.

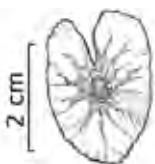
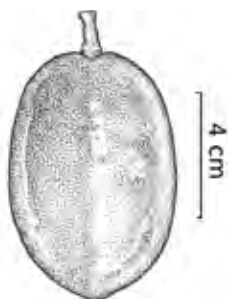
Diferencia-se pelas folhas 5-digitadas, flores tubulosas, amarelas, vistosas, fruto alongado, sementes aladas delicadas.

Distribuída pela América do Sul desde as Guianas até Bolívia e Argentina. No Brasil, ocorre do Norte ao Sudeste, em áreas de Mata (Amazônia e Atlântica), Cerrado e Pantanal. Em Carajás cresce em Floresta ombrófila e Floresta semidecídua.

RAD: Árvore de grande porte, tolerante à seca, com abundante produção de sementes e flores visitadas por insetos. Pode ser plantada em pilhas de estéril e nas áreas de compensação ambiental. Possui valor socioeconômico. Requer testes de germinação para verificar a viabilidade de sementes após armazenamento.







Nome comum: Copaia, Parapará

Descrição: Árvore com copa pequena, atingindo 20 m alt. Folhas bipinadas, pinas 10-12, foliólulos 2-3 cm compr., ovais a romboides, base cuneada, ápice acuminado, às vezes denteadas, pubérulas. Inflorescência terminal paniculada, flores zigomorfas, 3-5 cm compr., corola azul arroxeada, internamente alva e pilosa, tubulosa, membranácea, estames 4, curvados, 1 estaminódio. Fruto capsular arredondado, 7-10 cm compr., liberando inúmeras sementes aladas papiráceas. Pólen: Mônades, médios a grandes, prolatos, ornamentação microreticulada, 3-colporados, parasincolporados. P: 50-58 μm , E: 35-55 μm ; Ex: 1.5-2 μm .

Diferencia-se pelas folhas bipinadas, flores tubulosas azuis internamente barbadas, fruto arredondado, sementes aladas delicadas.

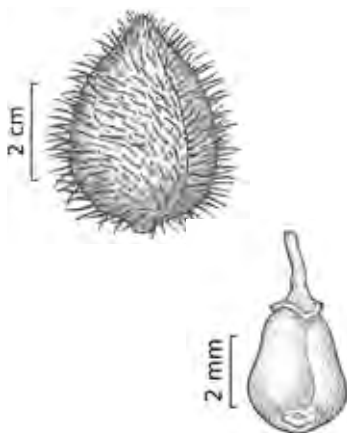
Distribuição pela América Central e do Sul, do México à Bolívia e Sul do Brasil, principalmente na região Amazônica, em mata alta de terra firme.

RAD: Espécie pioneira de fácil propagação.

Polinizada por abelhas, ajuda a manter as redes de interação. Produz grandes quantidades de sementes com bom poder de germinação, produzindo mudas em curto período de tempo. Pode ser utilizada em quase todos os ambientes, exceto a cava de mina.







Nome comum: Urucum

Descrição: Árvores, até 6 m alt., folhas inteiras, ovadas a cordiformes, 7-18 cm compr., com base cordada, ápice agudo. Inflorescência ampla, terminal, multiflora, flores vistosas com 5 pétalas rosadas, arredondadas, estames numerosos, amarelos, anteras poricidas. Frutos capsulares abrindo-se em duas metades, cobertos de projeções espinescentes, vermelho-vivos a ferrugíneos quando maduros, portando muitas sementes recobertas por sarcotesta laranja. Pólen: Mônades, grandes, subprolato, ornamentação microreticulada, 3-colporados, parasincolporados. P: 54-65 µm, E: 41-63 µm; Ex: 1.5-2 µm.

Diferencia-se pelas folhas ovadas a cordadas, flores rosadas vistosas com anteras poricidas, fruto capsular coberto de tricomas agudos, sementes avermelhadas, que mancham as mãos.

Ocorre do México até a Argentina e no Brasil é amplamente distribuída. Em Carajás foi encontrada em mata ciliar⁵⁶.

RAD: Espécie arbórea com flores polinizadas por insetos, muito frequente em todos os ambientes em fase de recuperação. Recomendada para diversos tipos vegetacionais. Possui valor socioeconômico. Produz grandes quantidades de sementes.





Ananas ananassoides



Nome comum: Abacaxi-da-canga

Descrição: Rosetas, folhas alongadas atingindo 1 m compr., verdes ou avermelhadas, com margem espinhuda. Flores surgindo de inflorescências centrais longamente pedunculadas, coroada por uma roseta de brácteas estéreis, flores cobertas de tricomas alvos, pétalas alvililases, estames inclusos com anteras amarelas. Frutos compostos 5 cm compr., esverdeados passando a creme-amarelados, internamente suculentos, com sementes castanho-escuras.

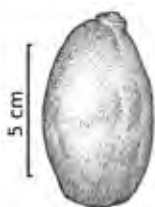
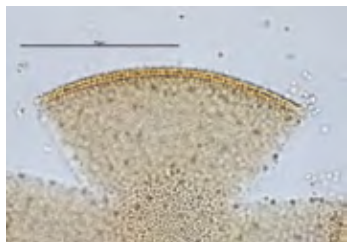
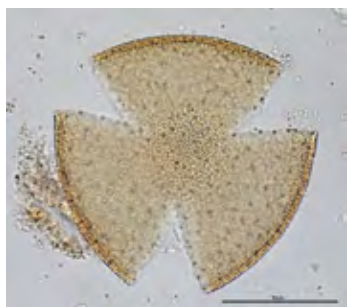
Diferencia-se pelas folhas em roseta e fruto lembrando um pequeno abacaxi.

Distribuída da Costa Rica ao Paraguai. No Brasil, pode ocorrer em Floresta Amazônica, Floresta Atlântica, Cerrado e Caatinga. Em Carajás é comum em afloramentos de canga expostos e sobre rochas graníticas⁵⁷.

RAD: Espécie perene, tolerante à seca, com flores e frutos que atraem a fauna, mantendo as redes de interação. Indicada para atividades de resgate e introdução em todos os ambientes após desenvolvimento de protocolos de propagação vegetativa.







Nome comum: Mandacaru-da-canga

Descrição: Cactos colunares ramificados na base, ramos eretos ou, quando muito longos, decumbentes, constrictos, 6-8(-11), costelas crenadas entre as aréolas, 1-3 espinhos centrais até 1 cm compr., 6-8 espinhos radiais menores. Flores surgindo de aréolas não especializadas, 18-20 cm compr., 8-10 cm larg., tubulosas, esverdeadas externamente, brancas internamente, com muitos estames delicados e estigma multilobado esverdeado. Frutos vermelhos abrindo-se por duas fendas laterais, com polpa doce, sólida, alva e sementes negras. Pólen: Mônades, muito grandes, oblato-esferoidais, ornamentação punctada com espinhos e espículos, 3-colpados. P: 98-105 µm, E: 110-115 µm, Ex: 2.5-2.7 µm, Alt. Eo: 2-2.2 µm.

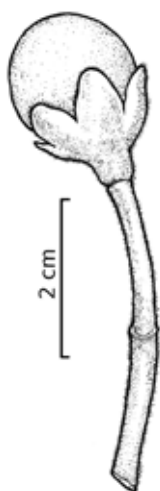
Diferencia-se pelo hábito suculento, ausência de folhas e ramos costelados.

Ocorre amplamente no norte da América do Sul, desde o Caribe até o Equador. Em Carajás é muito comum em afloramentos de canga expostos e também na beira de capões de mata⁵⁸.

RAD: Espécie com reprodução vegetativa por brotamento dos ramos. Tanto as flores como os frutos são muito procurados por animais, é tolerante à seca e pode ser utilizada na revegetação de diversos ambientes. Requer o desenvolvimento de protocolos de propagação vegetativa para produção de mudas em larga escala.







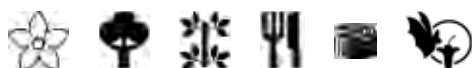
Nome comum: Piquiá, pequiá

Descrição: Árvores de grande porte, atingindo 28 m alt., folhas trifolioladas. Flores terminais em grupos de 5-8, botões arredondados, 5 sépalas esverdeadas, 5 pétalas alvas com partes externas esverdeadas ou arroxeadas, estames muito numerosos, ovário com 3 lóculos. Frutos indeiscentes, 5 cm diâm. ou mais, com 2-3 sementes cobertas por polpa oleaginosa, endocarpo espinescente, sementes grandes, reniformes.

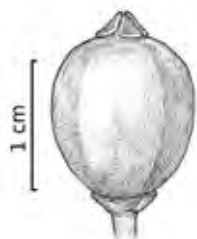
Diferencia-se pelo hábito arbóreo de grande porte, folhas opostas trifolioladas, flores vistosas internamente alvas com estames muito numerosos, frutos grandes, arredondados, com polpa e sementes comestíveis.

Distribuição Neotropical, principalmente em região Amazônica. No Brasil tem ampla distribuição na região Norte. Em Carajás ocorre sobre canga e transição para floresta⁵⁹.

RAD: Árvore de porte médio tolerante à seca. Flores polinizadas por morcegos, produz frutos nutritivos dispersos por vertebrados terrestres. Possui potencial para o plantio de enriquecimento em áreas protegidas e também valor socioeconômico. Requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala.





Clusia panapanari

Nome comum: Cebolinha-brava

Descrição: Árvores, arbustos ou hemiepífitas até 7 m alt., ramos latescentes. Folhas coriáceas, obovadas, margem lisa, nervuras secundárias não visíveis. Flores de sexos separados, c. 1,5 cm diâm., 5 pétalas creme com ou sem manchas rosadas no centro, 10 estames amarelos nas flores masculinas, estaminódios resiníferos nas flores femininas. Fruto capsular carnoso, atingindo 2,3 cm compr., externamente verde-claro passando a vináceo, sementes numerosas com arilo vermelho.

Diferencia-se pelo hábito às vezes hemiepifítico, ramos com látex, folhas opostas rígidas sem nervuras visíveis, margem lisa, flores 5-meras com centro (estames e pistilos) amarelo. Fruto capsular carnoso lembrando uma cebola, abrindo-se para mostrar sementes vermelhas.

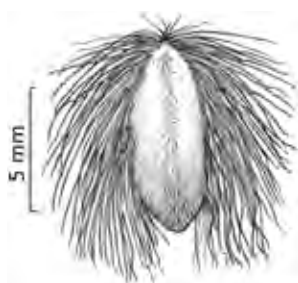
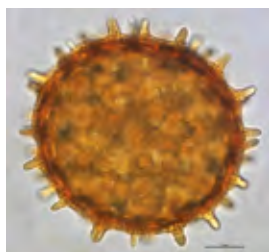
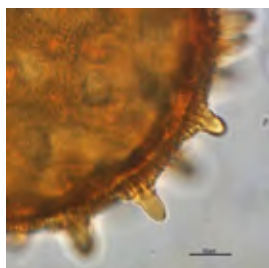
Endêmica da América do Sul, ocorre das Guianas até a Venezuela e, no Brasil, nas regiões Norte e Nordeste. Em Carajás cresce sobre canga e próximo a lagoas⁶⁰.

RAD: Flores atraentes para polinizadores e com abundante produção de sementes. Pode auxiliar na manutenção e/ou recuperação das redes de interação. Requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala.





Ipomoea cavalcantei



Nome comum: Flor-de-Carajás

Descrição: Lianas perenes com ramos escandentes. Folhas oblongas a obovadas, base obtusa a atenuada, ápice obtuso a arredondado, margens revolutas. Inflorescência cimosa, 1 a 3 flores efêmeras; cinco sépalas oblongas com ápice obtuso, seríceas, as duas internas um pouco menores que as duas externas e uma intermediária; corola tubulosa, hipocrateriforme, de coloração vermelho-intenso; estames exsertos. Fruto seco do tipo cápsula, abrindo-se em quatro partes; sementes trigonais com longos tricomas nas laterais. Pólen: Mônades, grandes a muito grandes, esféricos, ornamentação microreticulada com espinhos, pantoporados. D: 85-115 µm, Ex: 4-7 µm, Alt. Eo: 8-10 µm.

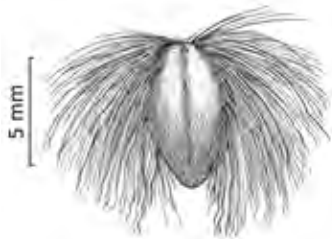
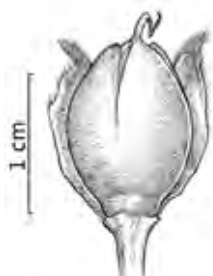
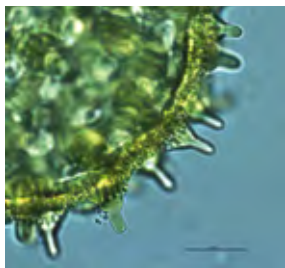
Diferencia-se pelo hábito trepador, flor vermelha muito vistosa, com tubo fino alargando-se no ápice pelos lobos. Quando apenas vegetativa ou em frutos pode ser confundida com *Ipomoea marabaensis* que apresenta flores maiores com corola rosa campanulada.

Endêmica da Serra dos Carajás, encontrada sobre canga e borda de floresta⁶¹.

RAD: Característica de cangas da Serra Norte, propagação vegetativa pois produz poucas sementes com baixa viabilidade. É polinizada por aves que dependem de seu néctar como recurso energético na estação seca. Por ser trepadeira pode ser amplamente utilizada na revegetação de cava de mina.





Ipomoea marabaensis

Nome comum: Jitirana-de-folha-fina

Descrição: Lianas perenes com ramos escandentes.

Folhas oblongas a obovadas ou lineares, base obtusa a atenuada, ápice obtuso a arredondado, margens geralmente revolutas. Inflorescência cimosa, 1 a 12 flores efêmeras; cinco sépalas oblongas com ápice obtuso, seríceas, as duas internas um pouco menores que as duas externas e uma intermediária; corola tubulosa, campanulado-infundibuliforme, rosa ou raramente branca; estames insertos. Fruto seco do tipo cápsula, abrindo-se em quatro partes; sementes trigonais com longos tricomas nas laterais. Pólen: Mônades, muito grandes, esferoidais, ornamentação microreticulada com espinhos, pantoporados. D: 120-145 µm, Ex: 7-9 µm, Alt. Eo: 13-16 µm.

Diferencia-se pelos ramos lenhosos e distalmente escandentes, folhas verde-escuras, corola rosa com tubo mais escuro. As folhas caem quando os frutos estão maduros, restando apenas os ramos.

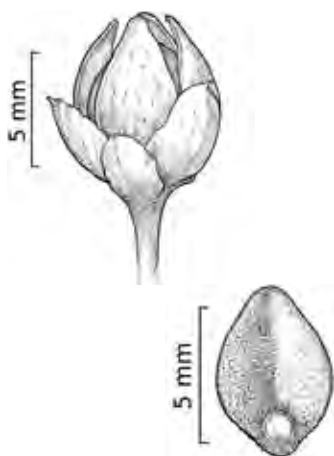
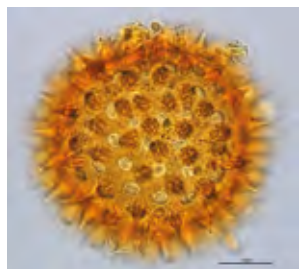
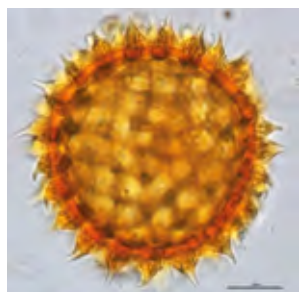
Endêmica do Brasil com distribuição restrita aos estados do Pará e Tocantins. Em Carajás ocorre sobre canga, mata e também em áreas brejosas⁶¹.

RAD: Trepadeira robusta com floração abundante, é uma fonte de néctar para a manutenção de populações de abelhas no local. Espécie que requer propagação vegetativa, pois possui baixo número de sementes com pouca viabilidade, pode ser utilizada em cava de mina e outros ambientes abertos.





Ipomoea maurandioides



Nome comum: Jitirana

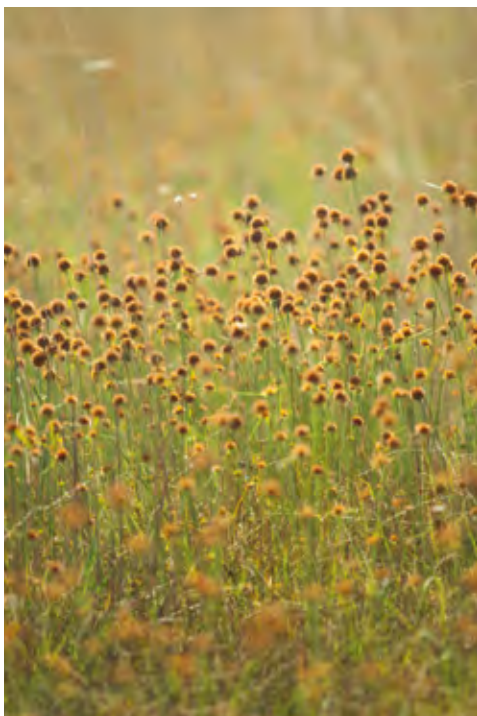
Descrição: Trepadeira herbácea com ramos volúveis. Folhas sagitadas, ápice agudo a obtuso, glabras. Inflorescência cimosa, 1 a 3 flores efêmeras; cinco sépalos de ápice obtuso, glabras, as duas internas ovadas, hialinas e mais longas do que as externas, uma intermediária e as duas externas oblongas; corola tubulosa, campanulado-infundibuliforme, de coloração rosa. Frutos secos, do tipo cápsula que se abrem em quatro partes; sementes trigonais com tricomas nas laterais. Pólen: Mônades, grandes, esferoidais, ornamentação microreticulada com espinhos, pantoporados. D: 80-90 μm , Ex: 6.5-8 μm , Alt. Eo: 8-12 μm .

Diferencia-se por ser uma trepadeira apoiante em outras plantas ou rasteira, com folhas sagitadas e estreitas, sépalos de ápice obtuso, com nervuras salientes. A maioria das espécies de *Ipomoea* são mais visíveis no período da manhã.

Distribuída pela Bolívia, Argentina e Brasil. No Brasil é registrada sua ocorrência para quase todos os estados, predominantemente em áreas de cerrado e campos. Em Carajás foi registrada próxima a afloramentos rochosos⁶².

RAD: Fonte de néctar para a manutenção de populações de abelhas, trata-se de espécie que requer propagação vegetativa devido à pequena quantidade de sementes com baixa viabilidade. Por ser trepadeira pode ser utilizada em cava de mina e outros ambientes abertos.





Rhynchospora barbata



Nome comum: Tiririca

Descrição: Ervas perenes até 60 cm alt., em touceiras, folhas longas e estreitas, inflorescências com pedúnculos triangulares em corte transversal, brácteas 3-4, reflexas, flores em glomérulos globosos verdes passando a castanho-claros. Frutos castanhos, alados na margem. Pólen: Mônades, médios, esferoidais, ornamentação microreticulada, monoporados. D: 25-30 μm , Ex: 1.5 μm .

Diferencia-se por seu hábito herbáceo e crescimento em touceiras, ramos trígonos, inflorescências globosas castanho-claras.

Distribuição Neotropical e, no Brasil, nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste. Em Carajás a espécie ocorre sobre canga e à margem de lagoas temporárias⁶³.

RAD: Espécie resistente ao fogo e à seca, capaz de cobrir grandes áreas abertas. Possui frutos dispersos pelo vento.





Paepalanthus fasciculoides



Nome comum: Pinheirinho-da-canga

Descrição: Ervas com folhas inicialmente rosuladas, às vezes caulescentes, folhas simples espiraladas, lineares. Inflorescências umbeladas agrupadas no ápice da planta, pedúnculos 3-8 cm compr., coroadas por capítulos globosos, pilosos, alvos, portando flores diminutas de sexos separados.

Diferencia-se pelo hábito herbáceo, caules delicados com folhas rosuladas posteriormente espiraladas, inflorescências umbeladas, flores em capítulos compactos.

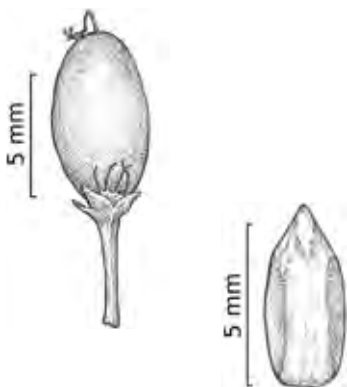
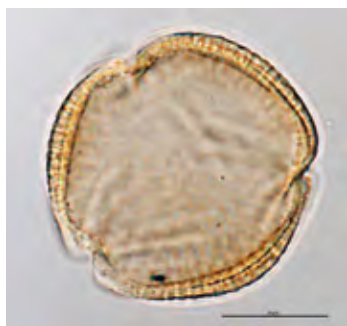
Distribuição disjunta, na Venezuela e Serra dos Carajás. Ocorre sobre canga, bordas de capões e florestas que margeiam a canga⁶⁴.

RAD: Característica de algumas fisionomias das cangas, a espécie pode contribuir positivamente para a restituição da biodiversidade das áreas recuperadas. Suas sementes são dispersas pelo vento.





Erythroxylum nelson-rosae



Nome comum: Pau-pombo-da-canga

Descrição: Arbustos até 2,5 m alt., ramos com séries de estípulas pruinosas, achatados nas pontas. Folhas simples, 3-7 cm compr., obovadas, base aguda, ápice arredondado a obtuso. Inflorescências fasciculadas com 1-8 flores por nó, flores actinomorfas, pétalas brancas, 2-3 mm compr., estames 10. Fruto drupáceo oboide, 6-8 mm compr., verdes passando a amarelo-acastanhados. Pólen: Mônades, grandes, prolato-esferoidais, ornamentação microreticulada, 3-colporados. P: 56-60 μm , E: 45-52 μm ; Ex: 3-4 μm .

Diferencia-se pelos ramos achatados nas pontas com séries de estípulas pruinosas, folhas simples alternas, fascículos de pequenas flores brancas, drupas amarelo-acastanhadas.

Endêmica da Amazônia brasileira, registrada apenas para o Pará. Em Carajás ocorre sobre canga⁶⁵.

RAD: Espécie ameaçada de extinção. Seu uso em projetos de recuperação de áreas degradadas pode contribuir para sua conservação.





Aparisthmium cordatum



Nome comum: Pau-de-facho

Descrição: Arbustos a árvores, 2-20 m alt. Folhas inteiras, elípticas a obovadas, 3-20 cm compr., base arredondada, ápice agudo a longamente acuminado, com 2 a 4 glândulas e estípelas basais. Inflorescência ampla, terminal ou lateral, paniculada, creme, flores até 5 mm compr., de sexos separados, as masculinas alvas, as femininas verdes, com 3 estiletes. Frutos até 1 cm diâm., capsular, portando três sementes ovais pintalgadas. Pólen: Mônades, médios, subesferoidais, ornamentação microreticulada, 3-colporados, operculados. P: 25-30 μm, E: 32-39 μm, Ex: 2-2.6 μm.

Diferencia-se por seu porte arbóreo, folhas grandes, arredondadas, com glândulas e estípelas basais.

Distribuída desde a Costa Rica até o Sul do Brasil. Em Carajás ocorre em capão de mata de canga, beira de estrada e mata de terra firme⁶⁶.

RAD: Planta lenhosa abundante nas florestas da região, já foi registrada em áreas revegetadas nos arenitos e nas pilhas de estéril. Indicada para plantio inicial e enriquecimento em diferentes ambientes. Requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala.





Croton aff. *subferrugineus*

Nome comum: Marmeleiro-da-canga

Descrição: Arbusto até 1,5 m alt., com tricomas estrelados. Folhas 3,5-6 cm compr., elípticas a ovais, base cuneada a arredondada, ápice agudo a acuminado, pubescentes na face superior, velutinas na face inferior. Inflorescências espiciformes, com flores femininas na base com 6 sépalas, ovário com tricomas no ápice, flores masculinas na parte superior da raque, com 6 sépalas, 5 pétalas e 11 estames. Frutos capsulares pubescentes, 4 mm diâm., com 3 sementes carunculadas ovais.

Diferencia-se por suas folhas com tricomas estrelados, velutinas na face inferior, espigas com flores de sexos separados, fruto capsular com 3 sementes carunculadas.

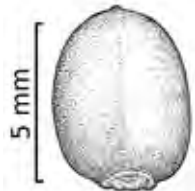
Endêmica do Brasil, distribui-se pelo Pará, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste. No estado do Pará foi registrada para a Serra dos Carajás, ocorrendo sobre canga⁶⁶.

RAD: Espécie arbustiva com ampla distribuição e ocorrência nas cangas de Carajás. Pode ser propagada por sementes. Deve ser testado o seu potencial em diferentes ambientes para a recuperação de áreas degradadas.





Mabea angustifolia



Nome comum: Canudo-de-pito, taquari

Descrição: Arbustos a árvores 2-10 m alt., tricomas dendríticos, ramos latescentes. Folhas oblongas, 3-6 cm compr., base cuneada, ápice acuminado a caudado. Inflorescência racemosa terminal pêndula, avermelhada, com flores basais femininas com estilete trifido e masculinas apicais com muitos estames, avermelhadas. Fruto globoso densamente ferrugíneo e avermelhado, portando 3 sementes carunculadas, estriadas.

Diferencia-se pela presença de látex branco, inflorescências avermelhadas pêndulas, flores femininas (e frutos) na base, masculinas no ápice.

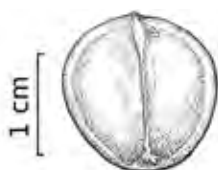
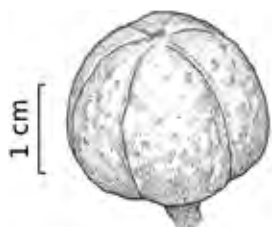
Distribuída pelo Peru, Bolívia e Brasil. Em Carajás foi encontrada no interior de floresta ombrófila densa, campos metalófilos e áreas antropizadas⁶⁶.

RAD: Árvore de porte médio, propagada por sementes. Possui potencial para o plantio de enriquecimento nas áreas de compensação e em taludes de pilhas de estéril.





Manihot quinquepartita



Nome comum: Mandioca-selvagem

Descrição: Arbusto apoiante, até 4 m alt., latexcente, glabro. Folhas profundamente 3-5-partidas, até 15 cm compr., mais claras na face inferior. Inflorescência paniculada, com flores campanuladas, branco-esverdeadas externamente, arroxeadas internamente, as femininas na base, masculinas no ápice. Frutos globosos capsulares 3 cm compr., verdes, com 3-6 quinas e estrias arroxeadas, abrindo-se para liberar 3 sementes carunculadas oblongas.

Diferencia-se pelo porte arbustivo com ramos delgados, folhas 3-5-lobadas, flores verde-arroxeadas pêndulas, frutos deiscentes com 3 sementes carunculadas.

Endêmica do Brasil, distribui-se principalmente na região Amazônica. Em Carajás ocorre sobre canga, transição para mata e mata de terra firme⁶⁶.

RAD: Arbusto polinizado por insetos, pode ser propagado por estacas, sendo bastante rústico e tolerante à seca.







Nome comum: Leiteiro

Descrição: Arbusto 2 m alt., latescente, glabro.

Folhas espiraladas com pecíolo avermelhado e duas glândulas na base da lâmina, 3-8 cm compr., elípticas a oblongas, base arredondada e ápice agudo. Inflorescências em espiga, flores femininas na base, com estigma trifídeos, estaminadas no ápice, fasciculadas, acompanhadas de duas glândulas amarelas na base, anteras amarelas.

Frutos trilobados, capsulares, verdes com estrias vermelhas, abrindo-se para liberar três sementes sem carúncula. Pólen: Mônades, grandes, prolatos, ornamentação microreticulada, 3-colporados.

P: 60-68 µm, E: 40-45 µm, Ex: 3-4 µm.

Diferencia-se pelo porte arbustivo e presença de látex branco abundante, folhas com pecíolo vermelho e par de glândulas no ápice, espigas com flores masculinas em grupos acompanhados por duas glândulas, fruto capsular com 3 sementes sem carúncula.

Distribuída no Brasil e Bolívia. No Nordeste do Brasil ocorre em áreas Cerrado e Caatinga. Em Carajás foi registrada em área de canga, que pode ser periodicamente inundada, e também em áreas antropizadas⁶⁶.

RAD: Árvore pioneira robusta, com potencial para a revegetação em vários ambientes como pilhas de estéril, áreas de compensação e para o plantio de enriquecimento.





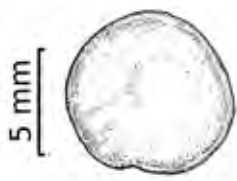
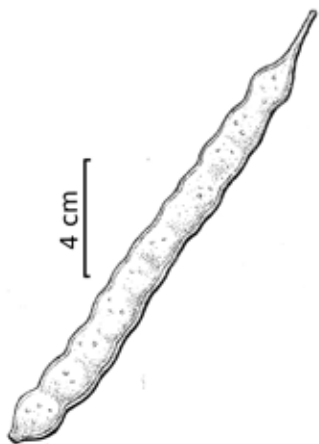
*Anadenanthera peregrina***Nome comum:** Angico**Descrição:** Árvore até 16 m alt., ramos lenticelados.

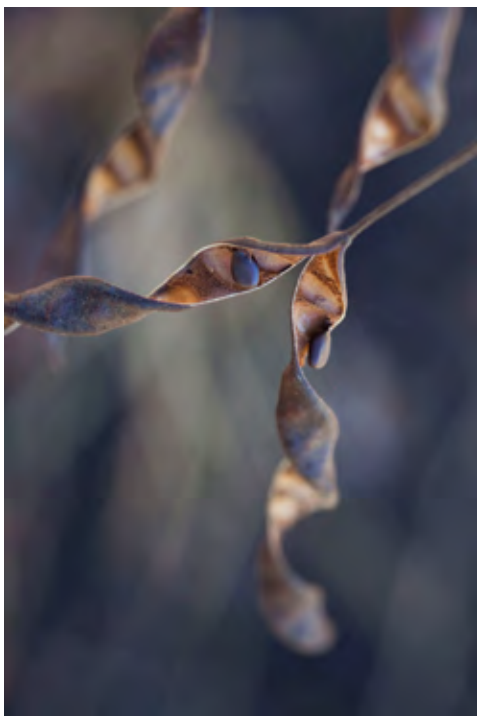
Folhas bipinadas, 10-26 cm compr., com 10-28 pares de pinas opostas, glabras, foliólulos diminutos, estreitos. Inflorescências axilares portando glomérulos de menos de 1 cm diâm., brancos, flores com cálice verde, corola branca, 10 estames. Fruto 15-24 cm compr., reto, superfície verrucosa, contraído entre as sementes, que são 8-20, orbiculares, planas, castanho-escuras.

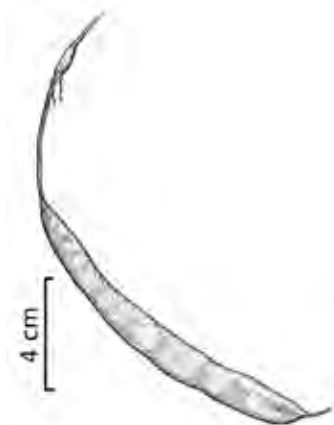
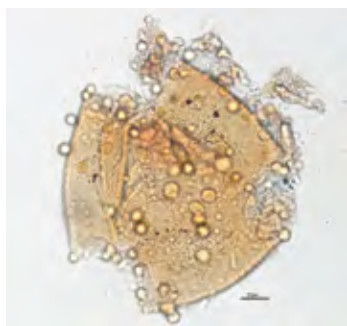
Diferencia-se pelo porte arbóreo e folhas bipinadas, com numerosas pinas glabras, flores em glomérulos brancos, legumes verrucosos, comprimidos entre as sementes.

Distribuição Neotropical, ocorre das Guianas à Bolívia. No Brasil é registrada em quase todas as regiões. Em Carajás foi encontrada associada a bordas de florestas e vegetação florestal de canga⁶⁷.

RAD: Leguminosa pioneira com crescimento rápido, é polinizada por insetos e produz sementes em grande quantidade. Recomendada para o plantio em pilhas de estéril e áreas de compensação. Possui valor socioeconômico.





Bauhinia pulchella

Nome comum: Pata-de-vaca-miúda

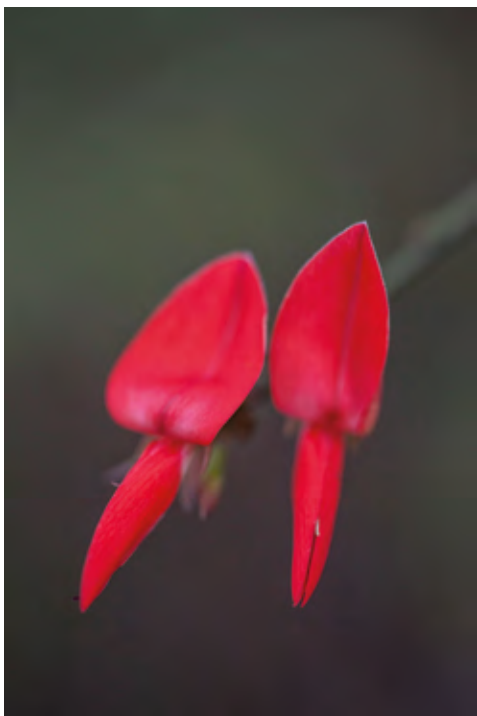
Descrição: Arbusto a arvoreta até 4 m alt., estípula triangular, caduca. Folhas unifolioladas, folíolo largo-oval, bilobado, 1-4 cm compr., base cordada, ápice obtuso. Flor 4-10 cm compr., estreita, pentâmera, branca, rosada ou esverdeada, estames 10. Fruto linear, deiscente, 10-17 cm compr., liso, sementes 14-19, suborbiculares, achatadas, castanhas. Pólen: Mônades, muito grandes, circulares, ornamentação microreticulada com gemas, 3-colporados. P: 130-165 µm, Ex: 5-6 µm, Alt. Eo: 7-8 µm.

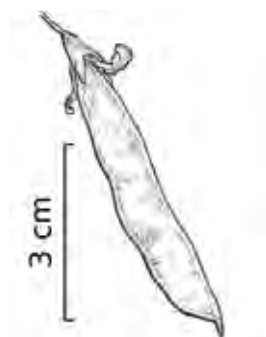
Diferencia-se pelas suas folhas bilobadas, flores estreitas e longas, legume liso, plano, 14-19 seminado.

Distribuída pela Bolívia e Brasil. Neste, ocorre nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste. Em Carajás foi observada em campo rupestre sobre canga, capão de mata e mata baixa⁶⁷.

RAD: Além de ser polinizada por morcegos, mantendo a rede de interações, esta espécie possui fácil propagação por sementes que precisam ser escarificadas para germinar, crescimento rápido, potencial de fixação de nitrogênio atmosférico e contribui para acúmulo e ciclagem de nutrientes em todos os ambientes.





Camptosema ellipticum

Nome comum: Cuitelinho

Descrição: Trepadeira volúvel, folhas trifolioladas, folíolo terminal 3-7 cm compr., elíptico a lanceolado, base obtusa, ápice obtuso a acuminado, lado inferior densamente seríceo. Inflorescência axilar, racemosa, pauciflora, flor zigomorfa com pétalas vermelhas, a maior com uma linha branca. Fruto linear, deiscente, com 7-12 sementes reniformes a globosas, castanhas, lisas. Pólen: Mônades, médios, subprolotos a prolotos, ornamentação microreticulada, 3-colporados. P: 48-58 μ m, E: 35-45; Ex: 1.5-2 μ m.

Diferencia-se por suas folhas trifolioladas, corola vermelha com faixa branca, legumes lineares com 7-12 sementes.

Relatada para o Brasil e a Bolívia. No Brasil ocorre principalmente ao Norte, Centro-Oeste e Sudeste em Floresta Amazônica e Cerrado. Em Carajás é encontrada em formações de canga, em margem de lagoas e transição de canga para floresta⁶⁷.

RAD: Leguminosa com flores polinizadas por beija-flor, auxilia na manutenção da rede de interações local e produz grandes quantidades de sementes. Pode ser utilizada para recuperação de áreas de compensação.





Centrosema carajasense



Nome comum: Jetirana-da-canga

Descrição: Trepadeira volúvel, folhas unifolioladas, folíolo 5-13 cm compr., cordado, base cordada, ápice acuminado, glabro. Inflorescência axilar, racemosa, pauciflora, flor zigomorfa com pétalas rosadas, a maior com várias linhas mais escuras e o centro branco. Fruto linear, aplanado, deiscente, com várias sementes oblongas, castanhas, lisas. Pólen: Mônades, grandes, prolatos-esferoidais, ornamentação microreticulada, 5-colporados. P: 52-64 µm, E: 50-64 µm, Ex: 2.5-3.5 µm.

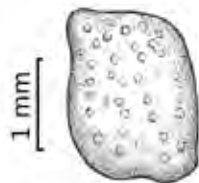
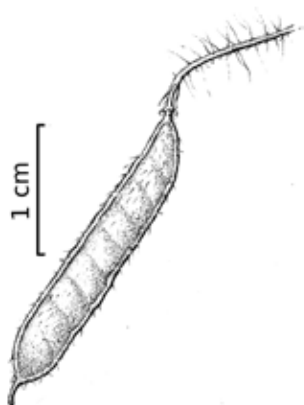
Diferencia-se por apresentar folhas unifolioladas cordiformes, flores rosadas vistosas, legume linear-aplanado.

Endêmica da Amazônia brasileira, registrada para o Pará e Mato Grosso. Planta de ocorrência rara, encontrada em campo rupestre sobre canga, próximo a lagoas e em transição para floresta⁶⁷.

RAD: Apresenta ampla ocorrência nas fisionomias das cangas. Pode contribuir para a revegetação de diferentes ambientes após a sua domesticação.





Chamaecrista nictitans

Nome comum: Maria-dorme-dorme, peninha

Descrição: Erva a subarbusto até 80 cm alt., ramos flexuosos. Folhas pinadas, 22-59 pares de folíolos lineares, diminutos, falcados. Inflorescência axilar, flores amarelas pentâmeras, 4 pétalas maiores e 1 menor, interna. Fruto deiscente linear, compresso, piloso a esparsamente seríceo, 2-3,6 cm compr., 10-12 sementes quadradas, castanhas.

Diferencia-se por seu porte subarbusivo com folhas pinadas multifolioladas, flores amarelas, legumes lineares, compressos, com 10-12 sementes.

Restrita ao continente Americano, ocorre do Sul dos Estados Unidos até a Argentina e em todas as regiões do Brasil. Em Carajás é encontrada frequentemente em vegetação rupestre ferruginosa, em vegetação secundária e também em áreas alagadas⁶⁷.

RAD: Espécie abundante com nodulação radicular, rápido crescimento e frutificação. É polinizada por abelhas, auxiliando na manutenção das redes de interação locais. Coloniza áreas abertas e antropizadas, pode ser usada para revegetação da cava de mina.







Nome comum: Copaíba-do-cerrado

Descrição: Arbusto a árvoreta até 6 m alt. Folhas bipinadas, paripinadas, 9-14 cm compr., 3-4 pares de folíolos opostos, oblongos a subfalcados, base obtusa, ápice arredondado a acuminado. Inflorescências paniculadas axilares, flores brancas, cálice 4-lobado, corola ausente, estames 10. Fruto arredondado, abrindo-se para mostrar uma semente castanha com arilo branco. Pólen: Mônades, médios, triangulares, ornamentação escabrada a psilada, 3-colporados. E: 30-40 μm , Ex: 1-1.5 μm .

Diferencia-se pelas folhas paripinadas com 4-3 pares de folíolos opostos, flores brancas, legume arredondado unisseminado.

Endêmica do Brasil, ocorre nas regiões Norte e Nordeste. Em Carajás é comum em área de canga, áreas de capão e matas de transição⁶⁷.

RAD: Espécie frequente nas florestas da FLONA de Carajás, atraente tanto para as abelhas polinizadoras como para aves, devido ao arilo adocicado que recobre a semente. Leguminosa com potencial para fixação de nitrogênio atmosférico, indicada para a recuperação de áreas de compensação. Possui valor socioeconômico.





Crotalaria maypurensis

Nome comum: Chocalho-de-cobra

Descrição: Subarbusto até 1 m alt., ramos seríceos. Folhas trifolioladas, folíolo 1-5 cm compr., obovado até linear, base aguda, ápice agudo ou obtuso, face inferior serícea. Inflorescência racemosa terminal, flores zigomorfas amarelas, a pétala maior com estrias acastanhadas. Frutos inflados castanhos com sementes soltas, arredondadas. Pólen: Mônades, médios, prolatos, ornamentação microreticulada, 3-colporados. P: 36-45 µm, E: 22-28 µm, Ex: 1.5-2 µm.

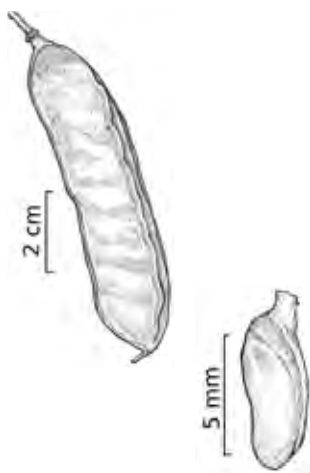
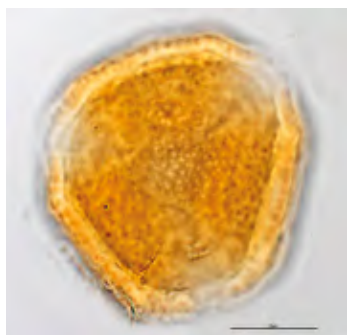
Diferencia-se por suas folhas trifolioladas, flores zigomorfas amarelas, legumes inflados com sementes soltas, semelhantes a um chocalho.

Distribuição Neotropical estendendo-se até o Sul da Argentina e ocorrendo também em Cuba. Em Carajás é frequentemente encontrada sobre canga, menor incidência em campos brejosos e transição de canga para floresta⁶⁷.

RAD: Leguminosa fixadora de nitrogênio, amplamente utilizada para a revegetação. Apresenta boa germinação de sementes, crescimento rápido e facilidade de uso por hidro-semeadura. Produz grande número de sementes e possui ciclo de vida curto. Incorpora grande quantidade de biomassa.





Dioclea apurensis

Nome comum: Cipó-olho-de-boi, Coroanha

Descrição: Trepadeira apoiante, estípulas triangulares. Folhas trifolioladas, folíolo terminal 3 cm compr., elíptico, base obtusa a arredondada, ápice agudo. Inflorescência axilar racemosa ereta, flores zigomorfas com cálice campanulado, corola rosa-forte, pétala maior com mancha branca no centro. Fruto 8-9 cm compr., achatado 5-10-seminado, sementes oblongas, aplanadas, marmoradas. Pólen: Mônades, grandes, prolato-esferoides, ornamentação microreticulada, 3-colporados. E: 64-70 μ m, P: 75-80 μ m, Ex: 5 μ m.

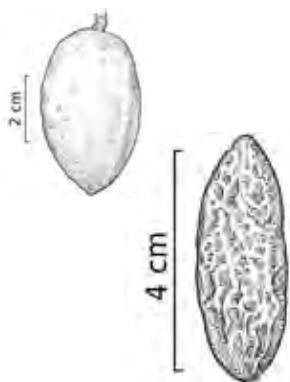
Diferencia-se por seu hábito trepador, crescendo sobre o solo ou apoiante, flores rosa-forte, legume aplanado com 5-10 sementes.

Distribuição Amazônica, passando por Venezuela, Suriname e Brasil. Em Carajás é comum em canga e raramente em canga inundada⁶⁷.

RAD: Espécie com ocorrência registrada em áreas abertas, com crescimento rápido e sementes com boa taxa de germinação. Tolerante seca e apresenta nodulação com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico do gênero *Rhizobium*. Possui grande potencial para revegetar cavas de mina e suas sementes germinam após escarificação.





Dypterix odorata

Nome comum: Cumaru

Descrição: Árvore ou arbusto, até 30 m alt., ramos com lenticelas e indumento flocoso. Folhas imparipinadas, raque prolongada além dos folíolos, folíolos 4-6(-7), 7-14 cm compr., oblongos, base arredondada, ápice acuminado. Inflorescência em panículas terminais acastanhadas, flores com 4 pétalas brancas e uma central rosa, 10 estames. Fruto drupáceo unisseminado, semente fusiforme, negra com superfície rugosa. Pólen: Mônades, médios a grandes, subesferoides, ornamentação microreticulada, parasincolporados. E: 40-54 µm, P: 46-60 µm, Ex: 2.5-4 µm.

Diferencia-se por suas folhas imparipinadas com raque prolongada, 4-6(-7) folíolos, botões castanhos, flores com pétalas brancas e a central rosada, fruto unisseminado.

Distribuição Neotropical, com ampla ocorrência na Amazônia (*sensu lato*). Na Serra dos Carajás é encontrada em áreas de transição entre canga e floresta ombrófila⁶⁷.

RAD: Árvore de grande porte, produz grandes quantidades de sementes viáveis, recomendada para plantio de enriquecimento em pilhas de estéril e em áreas de compensação. Possui valor socioeconômico. Requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala.





Enterolobium maximum

Nome comum: Fava-bolacha, Fava-de-rosca, Tamboril

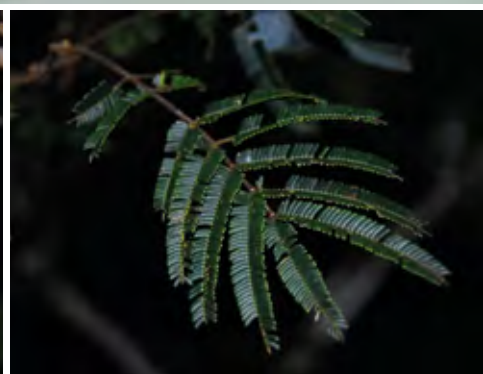
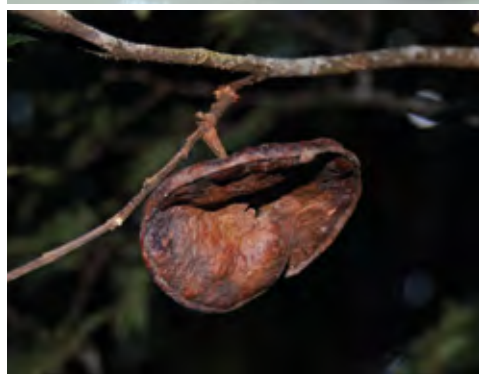
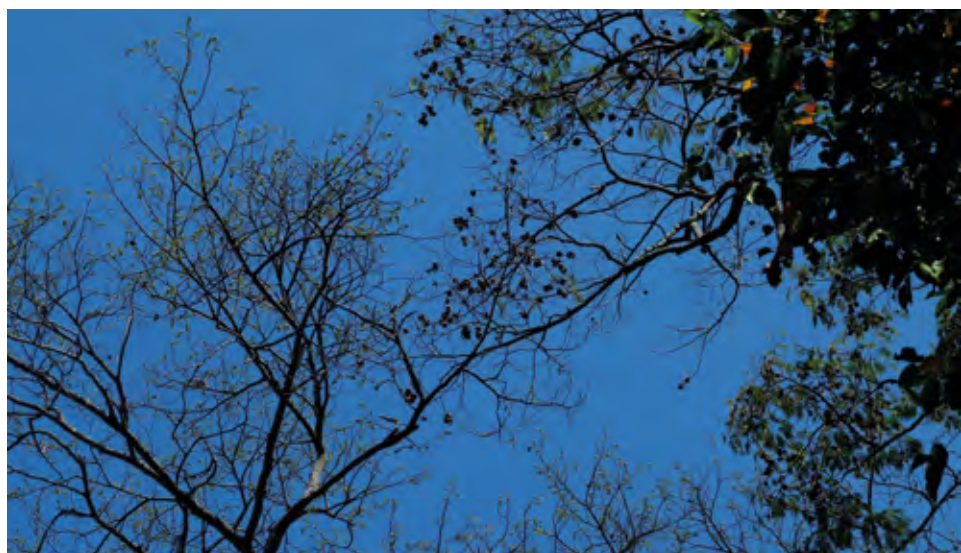
Descrição: Árvore 20 m alt., ramos lenticelados, glabros. Folhas bipinadas, 2-6 pares de pinas, foliólulos obovados. Inflorescência espiciforme ou capitada, flores 5-8-meras, cálice verde, corola branca, com 10-60 estames brancos. Fruto indeiscente contorcido, 4-6 cm compr., liso ou rugoso, sementes numerosas, elípticas, castanho-claras.

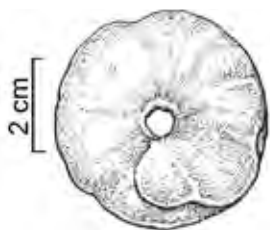
Diferencia-se por apresentar folhas bipinadas multifolioladas, foliólulos obovados, flores brancas em inflorescências geralmente espiciformes, legumes indeiscentes contorcidos, com muitas sementes castanho-claras.

Distribuída pela região Amazônica no Brasil e Bolívia. Ocorre em Carajás, exceto em áreas de canga.

RAD: Árvore de grande porte, polinizada por abelhas, esta espécie auxilia na manutenção de redes de interação locais. Suas sementes necessitam ser escarificadas para melhorar a taxa de germinação. Persiste em áreas revegetadas, podendo ser utilizada em áreas protegidas e pilhas de estéril. Possui valor socioeconômico.





Enterolobium schomburgkii

Nome comum: Orelha-de-macaco

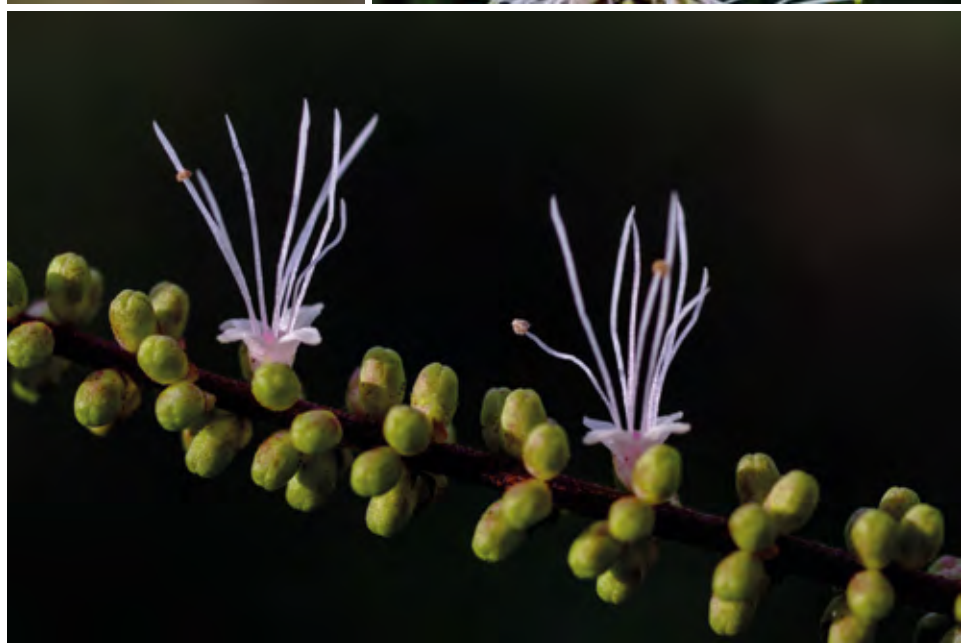
Descrição: Árvore 11-30 m alt., ramos lenticelados, glabros. Folhas bipinadas, 11-24 pares de pinas, foliólulos diminutos, falcados. Inflorescência axilar, com glomérulos 1-1,5 cm diâm., flor central maior, até 10 mm compr., cálice verde, corola verde, com mais de 10 estames brancos. Fruto indeiscente contorcido, liso, 4 cm compr., sementes numerosas, elípticas, castanho-claras.

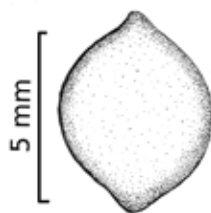
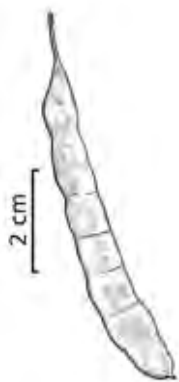
Diferencia-se por suas folhas bipinadas multifolioladas, flores brancas, legumes indeiscentes contorcidos, com muitas sementes castanho-claras.

Distribuição Neotropical. No Brasil ocorre principalmente em região Amazônica⁶⁷.

RAD: Árvore de grande porte, polinizada por abelhas, seu plantio auxilia na manutenção de redes de interação locais. Propagada por sementes, requer escarificação para melhorar a germinação. Recomendada para uso em áreas protegidas e pilhas de estéril. Possui valor socioeconômico.





Mimosa acutistipula var. *ferrea*

Nome comum: Vem-cá-meu-bem, Jurema

Descrição: Arbusto ou arvoreta até 6 m alt., ramos aculeados. Folhas bipinadas, 7-11 pares de pinas, 16-37 pares de foliólulos oblongos a lineares. Inflorescência racemosa espiciforme, flor 0,2 cm compr., branca a rosada, 8 estames. Fruto tipo craspédio, oblongo linear, glabro, rompendo-se em 5-10 artículos quadrados, indeiscentes. Pólen: Tétrades tetragonais, pequenas, elípticas, ornamentação microreticulata. D: 10-14 µm, Ex: 0.5-0.7 µm.

Diferencia-se por seus ramos com espinhos, folhas bipinadas, flores muito pequenas, em espigas, brancas a rosadas, fruto rompendo-se em 5-10 pedaços indeiscentes.

Endêmica do Brasil, ocorre nos estados do Pará, Maranhão e Mato Grosso. Em Carajás cresce sobre canga e áreas de transição para mata⁶⁷.

RAD: Espécie abundante em áreas abertas, tanto na canga como em áreas revegetadas, muito procurada por abelhas, seu plantio auxilia na manutenção de redes de interação locais. Espécie hiperacumuladora de metais, tolerante à seca, com alta produção de sementes viáveis. Com potencial de fixação biológica de nitrogênio atmosférico, pode ser utilizada em ambientes impactados.





Mimosa skinneri var. carajarum



Nome comum: Mimosa-da-canga

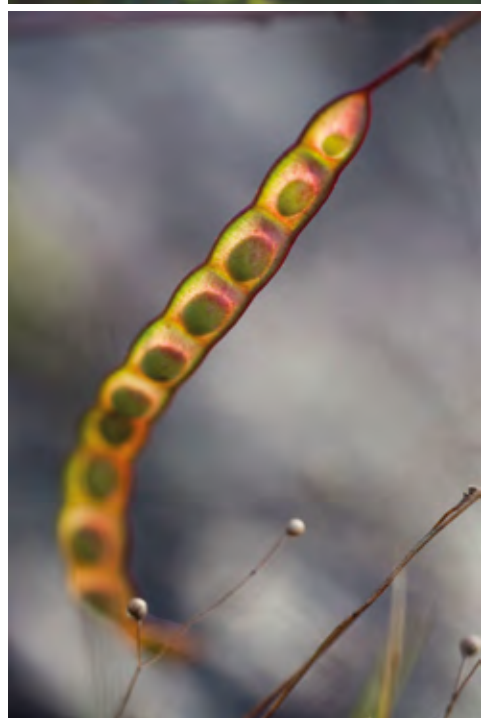
Descrição: Erva ou subarbusto até 50 cm alt., ramos geralmente prostrados, esparso-pilosos, frequentemente inermes. Folhas bipinadas, 1-2 pares de pinas, 3-7 pares de foliólulos obovados. Inflorescência racemosa axilar, em glomérulos, flor 0,2-0,3 cm compr., rosa, 4 estames. Fruto tipo craspédio oblongo, glabro, rompendo-se em 3-4 artículos circulares, indeiscentes. Pólen: Tétrades tetraédricas, muito pequenas, circulares, ornamentação psilada. D: 7-9 μm, Ex: 0.5 μm.

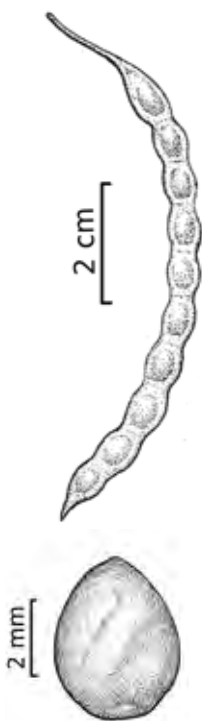
Diferencia-se pelo pequeno porte, folhas bipinadas com 1-2 pares de pinas, 3-7 pares de foliólulos, flores rosa com 4 estames, fruto rompendo-se em 3-4 artículos circulares.

Endêmica da Amazônia brasileira, com registro apenas no estado do Pará⁶⁷.

RAD: Espécie rasteira de fácil propagação, capaz de cobrir grandes áreas de solo exposto. Muito procurada por abelhas, além de auxiliar na manutenção das redes interativas locais, produz grande quantidade de sementes com boa viabilidade.







Nome comum: Dormideira

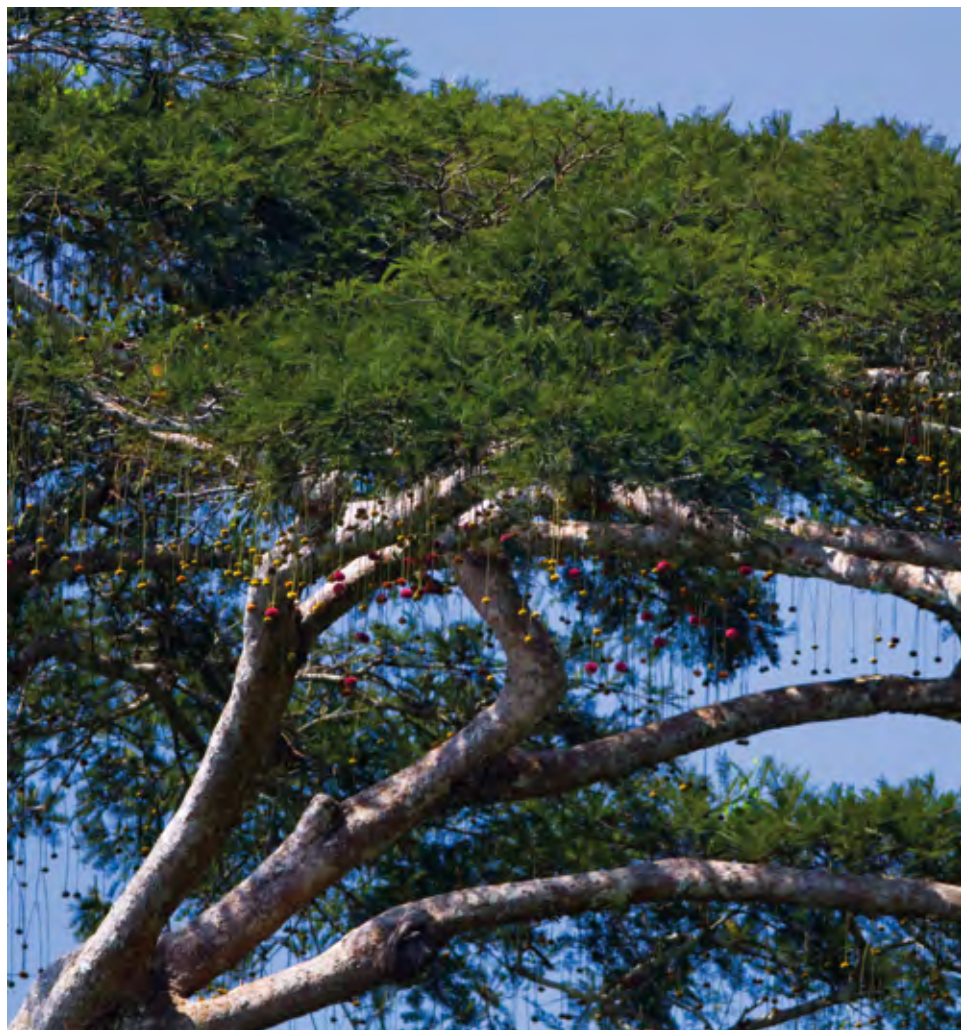
Descrição: Subarbusto, arbusto ou arvoreta até 2 m alt., ramos glabros, raramente estrigosos ou glandulares, inermes ou esparsamente aculeados. Folhas bipinadas, 3-8 pares de pinas, 17-39 pares de foliólulos diminutos glabros. Inflorescência paniculada terminal, em glomérulos, flor 0,3 cm compr., rosada, 8 estames. Fruto tipo craspédio oblongo, geralmente glabro, constricto, rompendo-se em 7-13 artículos quadrados, indeiscentes. Pólen: Tétrades tetragonais, pequenas, elípticas, ornamentação microreticulada. D: 13-20 μm, Ex: 1 μm.

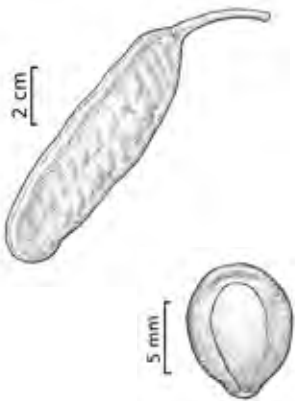
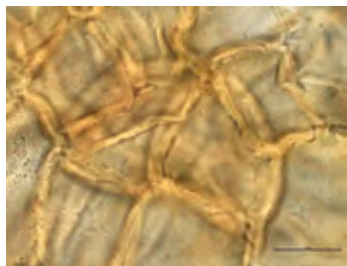
Diferencia-se pelas folhas bipinadas com 3-8 pares de pinas, 17-39 pares de foliólulos, flores rosadas com 8 estames, fruto constricto rompendo-se em 7-13 artículos quadrados.

Distribuição Neotropical. No Brasil ocorre em todas as regiões e diversos domínios fitogeográficos. Em Carajás cresce sobre canga, borda de mata, transição e áreas degradadas⁶⁷.

RAD: Espécie com crescimento rápido e alta produção de sementes viáveis. Atrai abelhas durante a floração e contribui para o reestabelecimento das redes de interação.





Parkia platycephala

Nome comum: Faveiro-da-canga

Descrição: Árvore ou arvoreta até 12 m alt., ramos inermes. Folhas bipinadas, raque não alada, 17-21 cm compr., 9-12 pares de pinas, foliólulos 60-100 pares, opostos, diminutos e lineares. Inflorescência axilar pendente, glomérulos longamente pedunculados até 4 cm diâm., flores vermelhas, estames 10, fundidos. Fruto tipo legume 10-19 cm compr., reto ou pouco curvo, indeiscente, verrucoso. Pólen: Poliades, muito grandes, elípticas, ornamentação psilada a escabrada. D: 160-185 µm, Ex: 3.5-5 µm.

Diferencia-se pelas folhas bipinadas 9-12 pares de pinas, foliólulos muitos, lineares, inflorescência globosa grande, fruto indeiscente

Endêmica do Brasil, ocorre nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Em Carajás cresce em área de canga e capão floresta⁶⁷.

RAD: Espécie lenhosa, polinizada por morcegos e importante para a manutenção de redes interativas. É de fácil propagação devido à produção de grande quantidade de sementes altamente viáveis mas que requerem escarificação para germinar. Sua ocorrência foi registrada como persistente nas pilhas de estéril. Possui valor socioeconômico.





Periandra mediterranea

Nome comum: Alcaçuz

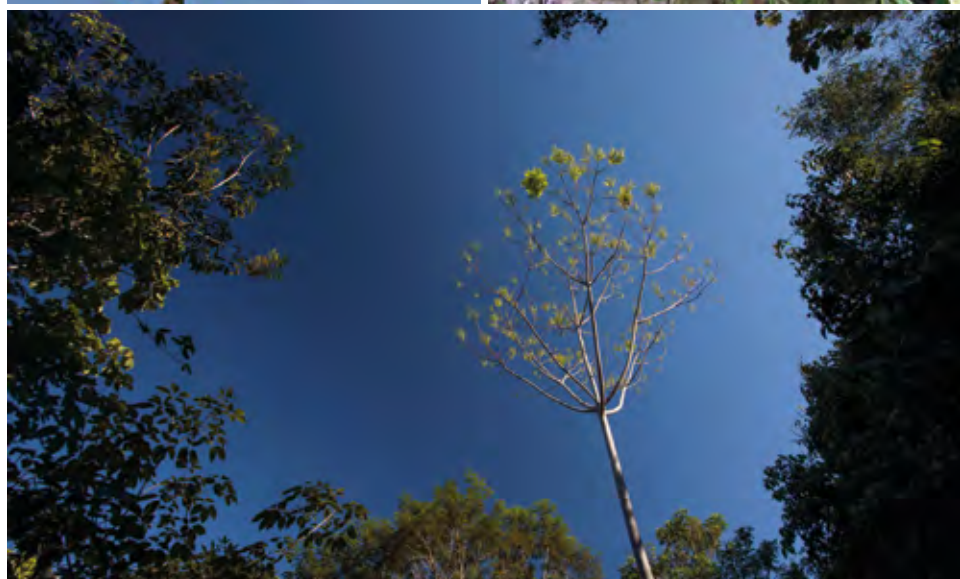
Descrição: Arbusto até 2 m alt., ramos glabros. Folha trifoliolada, folíolo terminal 2-4,5 cm compr., obovado a oblanceolado, base aguda, ápice obtuso a agudo, glabro. Inflorescência terminal ou axilar, racemosa, flor zigomorfa com corola azul violácea, pétala maior com estrias mais escuras, estames 10. Fruto linear, plano, pubescente, abrindo-se para liberar 10-15 sementes suborbiculares ou oblongas, com menos de 0,5 cm compr. Pólen: Mônades, médios, prolato-esferoidais, ornamentação microreticulada, 3-colporados. P: 36-44 µm, E: 34-39 µm, Ex: 1.5-2 µm.

Diferencia-se pelas folhas trifolioladas, flores azul-violáceas zigomorfas, legume pubescente, deiscente, 10-15-seminado.

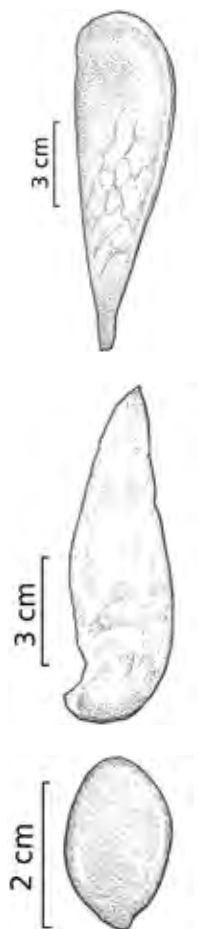
Amplamente distribuída pela América do Sul. Em Carajás é frequentemente encontrada em canga, próximo a lagos e borda de floresta⁶⁷.

RAD: Leguminosa arbustiva com potencial para fixação de nitrogênio atmosférico e produção de sementes com boa germinação. Pode ser re-introduzida em todos os ambientes minerados.





Schizolobium parahyba var. amazonicum



Nome comum: Paricá, ficheira

Descrição: Árvore decídua com copa rala, atingindo 40 m alt., com resina pegajosa. Grandes folhas bipinadas, com mais de 1 m compr., 15-20 pares de foliólulos 2-3,5 cm compr., oblongos. Inflorescências terminais paniculadas, flores zigomorfas amarelas, 2 cm compr., pentâmeras, estames 10. Fruto tipo criptosâmara, 6-10 cm compr., deiscente, produzindo uma a duas sementes envoltas em endocarpo papiráceo, oval, achatada, castanho-escuro. Pólen: Mônades, médios, prolatos, ornamentação microreticulada, 3-colporados. P: 35-45 μm , E: 25-35 μm , Ex: 2.5-3 μm .

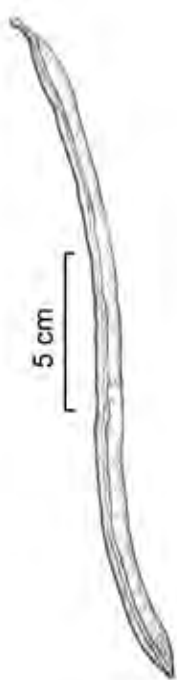
Diferencia-se pelas grandes folhas bipinadas, frutos deiscentes 1-2-seminados, sementes com exterior parecendo papel, ovais e achatadas.

Endêmica da Amazônia brasileira. Em Carajás ocorre em Floresta ombrófila e Floresta semidecídua.

RAD: Leguminosa arbórea de crescimento rápido. Produz abundantes sementes de fácil germinação e atrai muitos polinizadores. Pode compor o plantio inicial em pilhas de estéril e áreas de compensação. Possui valor socioeconômico.





Senna macranthera

Nome comum: Manduira

Descrição: Árvores ou arvoretas 2-3 m alt., ramos pubescentes. Folhas com 2 pares de folíolos, nectário entre o par basal, folíolos 4,5-11 cm compr., oblongos, base simétrica, ápice agudo ou obtuso, pubescentes em ambas as faces. Inflorescência terminal ou axilar, paniculada, com 6 ou mais flores zigomorfas, pétalas 5, amarelas, com 7 estames férteis de tamanhos diferentes e 3 estaminódios, anteras poricidas. Fruto cilíndrico, indeiscente, 15-25 cm compr., multisseminado. Pólen: Mônades, grandes, prolatos, ornamentação microreticulada, 3-colporados. P: 52-60 μ m, E: 30-40 μ m, Ex: 2-2.5 μ m.

Diferencia-se por suas folhas 4-folioladas, parte inferior com nectário entre os folíolos, flores amarelas com 7 estames férteis, anteras poricidas, fruto cilíndrico indeiscente.

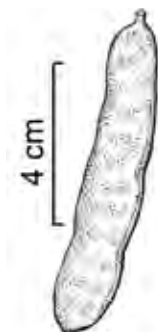
Distribuída pela região tropical da América do Sul. No Brasil ocorre no Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste. Em Carajás cresce em área de canga e margem da estrada⁶⁷.

RAD: Árvore que pode fixar nitrogênio atmosférico, possui crescimento rápido e propagação por sementes. Polinizada por abelhas, possibilita a manutenção de redes interativas. Espécie qualificada para a recuperação de todos os ambientes.





Stryphnodendron pulcherrimum



Nome comum: Fava-de-paca

Descrição: Árvore até 13 m alt., ramos glabrescentes, lenticelados. Folhas bipinadas, 8-14 pares de pinas, 14-30 pares de foliólulos subopostos, oblongos a obovais, base simétrica, arredondada, ápice obtuso, glabros. Inflorescência axilar espiciforme 10-13 cm compr., flores brancas, actinomorfas, pentâmeras, 10 estames. Fruto indeiscente reto, não contraído entre as sementes, compresso, portando 8-10 sementes ovadas, castanho-escuras. Pólen: Poliades, médios, elípticos, ornamentação psilada a escabrada. D: 25-32 μm , Ex: 1-1.5 μm .

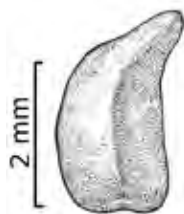
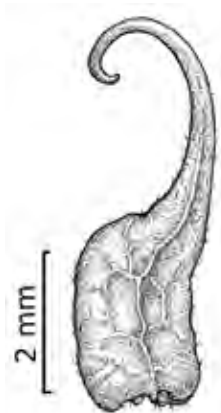
Diferencia-se pelas folhas bipinadas, foliólulos 14-30 pares, arredondados, inflorescência em espiga, flores brancas, fruto indeiscente reto, 8-10-seminado.

Distribuição ao Norte da América do Sul, ocorrendo principalmente na Amazônia (*sensu lato*). Em Carajás foi encontrada em área de canga e capão florestal, frequentemente em áreas úmidas⁶⁷.

RAD: Árvore leguminosa com flores muito procuradas por insetos, produz sementes grandes de fácil germinação após escarificação. Pode ser utilizada numa grande variedade de ambientes, contribuindo para uma revegetação permanente.





Stylosanthes capitata

Nome comum: Amendoim-de-veado

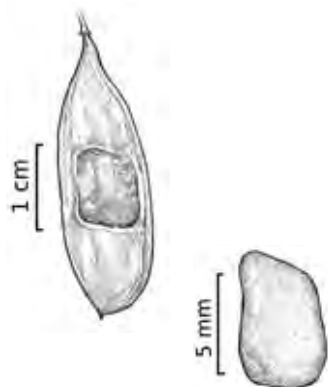
Descrição: Subarbusto ereto até 1 m alt., ramos retos, subglabros a vilosos. Folha trifoliolada, folíolo terminal 1,1-3 cm compr., elíptico, base aguda, ápice agudo. Inflorescência racemosa congesta, flor zigomorfa 0,6 cm compr., pétalas amarelas. Fruto tipo lomento, pubescente, 1-2-articulado, indeiscente, 1-2-seminado. Diferencia-se pelo pequeno porte, folhas trifolioladas com brácteas da inflorescência estriadas, flores amarelas zigomorfas e um fruto do tipo lomento, com 2 artículos.

Distribuição Neotropical. No Brasil ocorre na região Amazônica, parte do Nordeste, Centro Oeste e parte do Sudeste. Em Carajás cresce em área de transição entre canga e floresta e em canga antropizada⁶⁷.

RAD: Leguminosa que pode fixar nitrogênio atmosférico e produz sementes em grandes quantidades. Recomendada para todas as áreas degradadas.





Tachigali vulgaris

Nome comum: Tachi

Descrição: Árvore 15 m. alt., tronco com casca lisa, ramos ferrugíneo-tomentosos. Folhas pinadas, 10-14 folioladas, folíolos opostos, 8-12 cm compr., desiguais, elípticos a ovados, base obtusa e ápice agudo, pubescentes a ferrugíneos. Inflorescência terminal paniculada, flores actinomorfas, 5-6 cm compr., amareladas. Frutos samaroides 4-5 cm compr., unisseminados, castanho-escuros. Pólen: Mônades, médios, prolatos, ornamentação microreticulada, 3-colporados. P: 30-35 μm, E: 22-25 μm, Ex: 2-2.5 μm.

Diferencia-se pelas folhas pinadas 10-14 folioladas, panículas amarelas com flores pequenas, fruto samaróide.

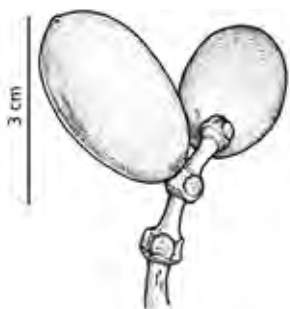
Espécie amplamente distribuída no Brasil central, estendendo-se até Bolívia e Paraguai. Em Carajás foi encontrada em capões florestais e áreas de transição entre canga e mata⁶⁷.

RAD: Espécie pioneira, ocorre nos capões florestais das cangas e foi registrada nas pilhas de estéril. Polinizada por abelhas, ajuda no restabelecimento das redes interativas. Apresenta rápido crescimento, nodulação espontânea com bactérias do gênero *Rhizobium*, sendo propagada por sementes cuja viabilidade decresce com armazenamento..





Gnetum nodiflorum



Nome comum: Ituá

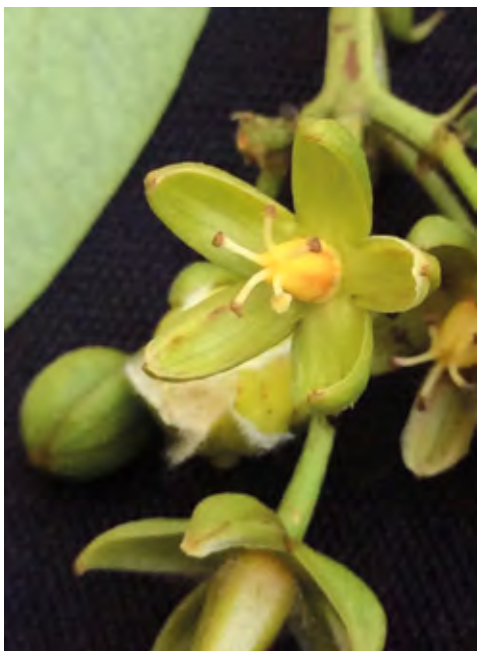
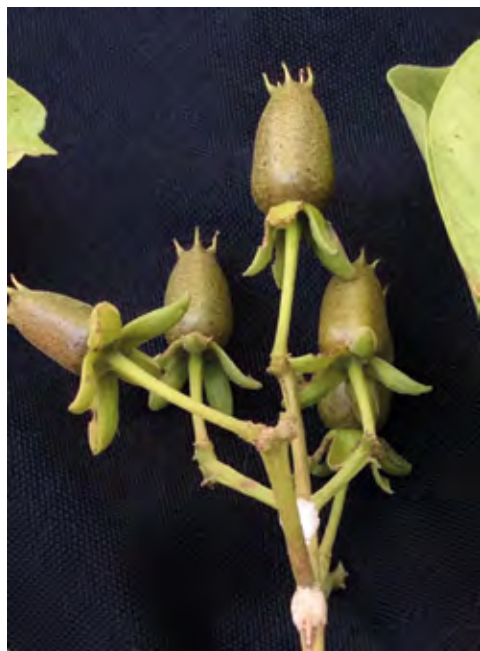
Descrição: Trepadeira com ramos lenhosos, folhas arredondadas, inflorescências laterais na base dos ramos, flores de sexos separados arranjadas em verticilos nos eixos da inflorescência. Sementes elipsoides, verdes passando a vináceos.

Diferencia-se por seu hábito trepador robusto com folhas opostas arredondadas, rígidas, inflorescências com aparência de escada, frutos parecendo azeitonas.

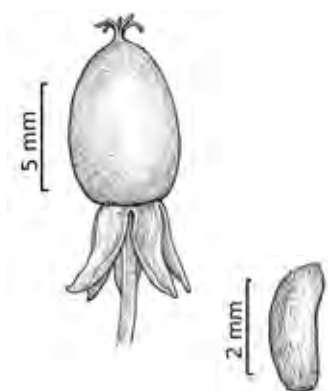
Distribuição na Amazônia (*sensu lato*). No Brasil ocorre nas regiões Norte e Centro-Oeste. Em Carajás foi encontrada em capões de mata⁶⁸.

RAD: Liana de grande porte, pode ser plantada em diferentes ambientes, incluindo a cava da mina. Produz sementes dispersas por animais, e ainda necessita de protocolos de propagação.





Vismia cayennensis



Nome comum: Lacre-amarelo

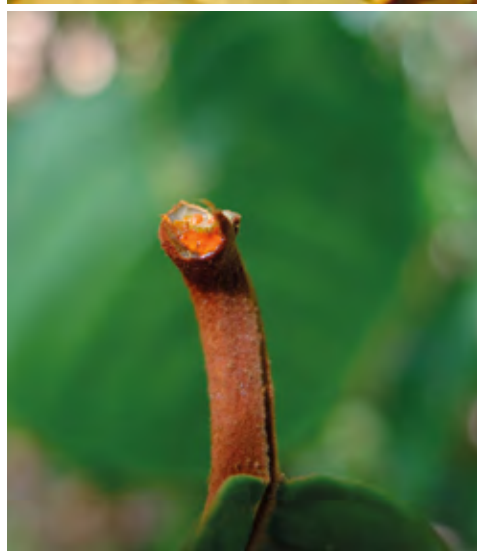
Descrição: Árvores até 10 m alt., ramos com látex amarelo; folhas 7-10 cm compr., ovais a oblongas, base arredondada, ápice acuminado, nervuras 10-12 de cada lado. Inflorescência paniculada terminal multiflora, flores verde-claras ou amareladas, sépalos 5, carnosos, pétalas 5, membranáceas, estames 50, ovário ovoide com 5 estigmas. Fruto baga verde passando a vinácea, com cinco pontas, sépalos reflexos, contendo sementes pequenas e numerosas. Pólen: Mônades, médios a grandes, prolatos, ornamentação reticulada a microreticulada, 3-colporados. P: 40-52 μ m, E: 30-38 μ m, Ex: 1-1.5 μ m.

Diferencia-se pela presença de látex amarelo, folhas opostas, frutos com sépalos viradas para trás.

Distribuição ampla no Caribe, Norte da América do Sul até a Colômbia. No Brasil ocorre em toda a região Norte⁶⁹.

RAD: Espécie considerada pioneira, com bom crescimento em ambientes abertos. Polinizada por insetos e dispersa por vertebrados, pode auxiliar na manutenção de redes interativas. Pode ser utilizada para revegetar áreas de compensação ambiental, além de pilhas de estéril. Requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala.





Nome comum: Lacre

Descrição: Árvores até 4 m alt., ramos com látex avermelhado; folhas 7-20 cm compr., ovais, base cordada, ápice acuminado a agudo, nervuras 14-18 de cada lado, ferrugíneo-tomentosas na face inferior. Inflorescência paniculada terminal multiflora, flores ferrugíneas, sépalas 5, carnosas, pétalas 5, membranáceas, amareladas, estames 150, ovário ovoide com 5 estigmas. Fruto baga verde escuras, ovoides, sépalas adpressas no fruto, contendo sementes pequenas e numerosas.

Diferencia-se pela presença de látex avermelhado, folhas opostas, ferrugíneo-pilosas especialmente na face inferior, sépalas ferrugíneas, frutos com sépalas protegendo o fruto.

Distribuída pela Amazônia (*sensu lato*): Colômbia, Equador, Peru, Venezuela e Brasil (região Norte e Centro-Oeste). Em Carajás ocorre em áreas de transição entre capão e campo e também em área de floresta⁶⁹.

RAD: Árvore pioneira polinizada por insetos e dispersa por vertebrados, pode auxiliar na manutenção de redes interativas. Possui potencial para a revegetação tanto de áreas de compensação ambiental como de pilhas de estéril. Requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala.





Amasonia lasiocaulos

Nome comum: Rabo-de-galo

Descrição: Subarbusto não ramificado, 0,7 m alt. Folhas inteiras, decussadas, oblanceoladas e com textura delicada, 17-25 cm compr., com ápice obtuso a agudo ou apiculado. Inflorescência terminal, racemosa, pedúnculo e brácteas chamativas, verde-avermelhadas, flores 4 cm compr., pentâmeras, cálice vermelho, corola tubulosa zigomorfa, amarelo-esverdeada, estames e estigma exsertos. Fruto drupáceo.

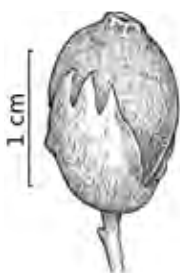
Diferencia-se pela inflorescência ereta não ramificada, com brácteas e cálice chamativos, vermelhos, contrastando com a flor amarelo-esverdeada, frutos globosos com cálice expandido.

Amplamente distribuída de Oeste a Norte da América do Sul. No Brasil ocorre nos estados da região Norte, bem como no Maranhão, Ceará e Mato Grosso⁷⁰.

RAD: Arbusto ou subarbusto bastante característico das diferentes fisionomias das cangas de Carajás. Produz abundante néctar e frutos carnosos que atraem polinizadores e dispersores e sua presença contribui para recuperação de redes de interação.







Nome comum: Tarumã

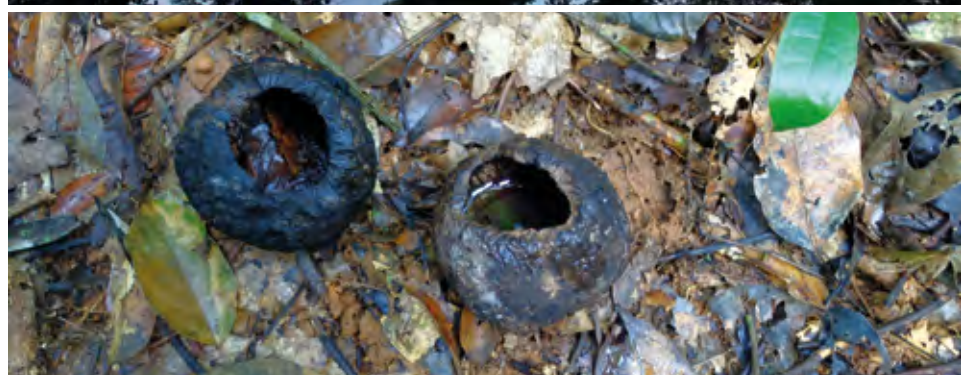
Descrição: Arbustos ou pequenas árvores até 5 m alt., folhas trifolioladas, folíolos elípticos, base atenuada, ápice abruptamente acuminado. Inflorescências em cimeiras axilares pedunculadas, com brácteas lineares a foliáceas verdes, 2-7-floras, corola bilabiada zigomorfa azul com fauce branca; estames 4, exsertos, estilete bifurcado. Frutos ovoides com cálice persistente, verdes.

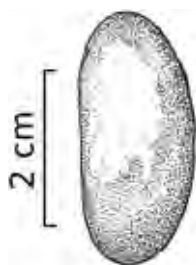
Diferencia-se pelo seu hábito lenhoso, folhas opostas trifolioladas, flores azuis, frutos com cálice persistente.

Distribuída principalmente na Amazônia brasileira, estendendo-se pelas Guianas, Venezuela, Peru e Bolívia. Em Carajás ocorre em mata e área margeando a canga⁷⁰.

RAD: Espécie polinizada por abelhas com frutos dispersos por animais, produz sementes em grande quantidade. Seu uso em projetos de recuperação ambiental depende do desenvolvimento de protocolos de propagação. Requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala.







Nome comum: Castanheira

Descrição: Árvore com copa densa, compacta, atingindo 50 m alt. Folhas 25 cm compr. ou mais, base arredondada, ápice acuminado, margem serrada, glabras. Inflorescências axilares racemosas, flores zigomorfas amarelas, 4 cm diâm., estames em dois grupos - um anel circundando o gineceu e um grupo enrolado e petaloide, cubrindo o estigma. Fruto lenhoso, 15 cm diâm., portando 10-25 sementes oleaginosas cobertas por superfície muito dura e rugosa. Pólen: Mônades, grandes, prolato-esferoidais, ornamentação microreticulada, 3-colporados. P: 45-55 µm, E: 33-50 µm, Ex: 2-2.5 µm.

Diferencia-se por seu grande porte, flores vistosas e perfumadas com estames em dois grupos, fruto lenhoso (ouriço) portando castanhas comestíveis.

Distribuição Neotropical, de Honduras até a Bolívia, ocorre principalmente na bacia amazônica. Em Carajás cresce em floresta ombrófila densa.

RAD: Espécie lenhosa clímax, produz muitas sementes que necessitam de tratamento para aumentar e acelerar a taxa de germinação. Além de seu importante papel ecológico, fornecendo abundante recurso para a fauna polinizadora e dispersora, possui também alto valor socioeconômico na região. Recomendado para as áreas de compensação ambiental.





Cuphea carajasensis



Nome comum: Sete-sangrias-da-canga

Descrição: Subarbustos até 1 m alt., folhas longas e estreitas com margem inteira, inflorescências terminais com até 10 flores, flores zigomorfas com tubo verde, seis pétalas magenta a rosa-forte. Frutos protegidos pelo cálice, que se abre por uma fenda e revela 1-2 sementes discoidais castanho-claras. Pólen: Mônades, grandes, esferoidais, ornamentação estriada, 3-colporados. P: 28-30 µm, E: 28-30 µm, Ex: 1-1.5 µm.

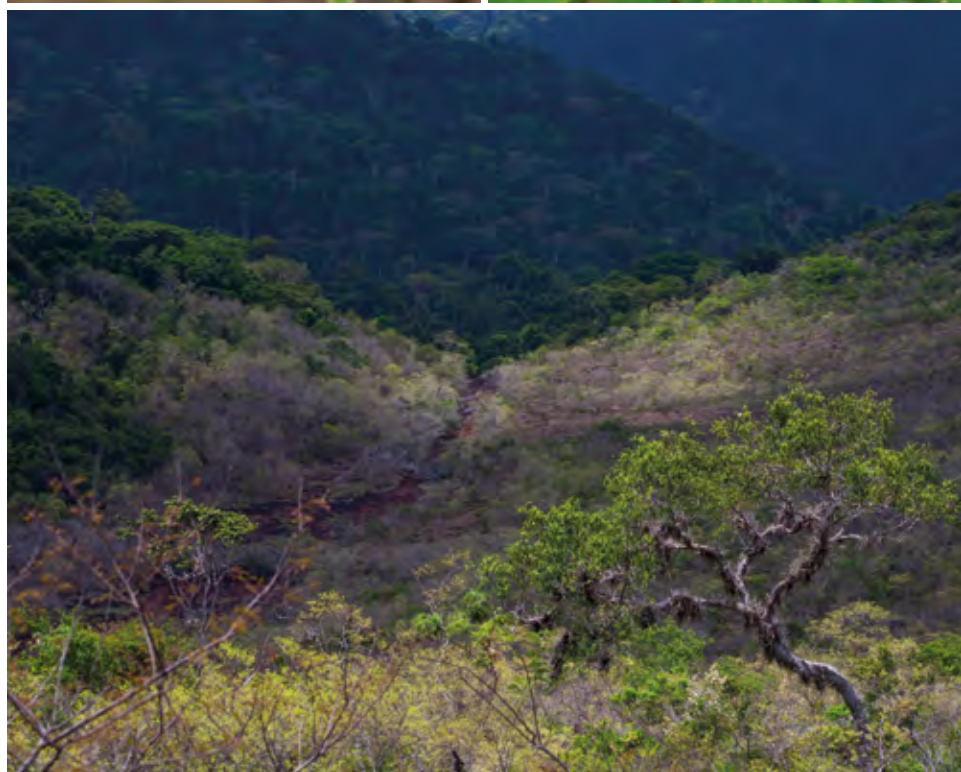
Diferencia-se por seu hábito subarbutivo, com ramos delicados, folhas opostas estreitas, flores com 6 pétalas vistosas, fruto protegido pelo cálice, 1-2 sementes.

Endêmica da Serra dos Carajás.

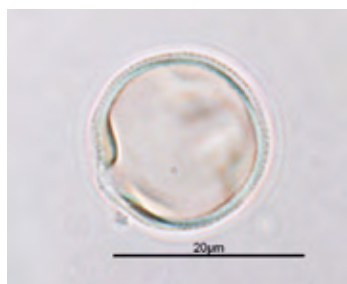
Ocorre sobre canga, brejos, campos gramíneos e margem de floresta⁷¹.

RAD: Subarbusto endêmico, característico das fisionomias da canga. Produz grande quantidade de sementes viáveis e atrai muitos polinizadores. Sua propagação para fins de recuperação pode contribuir para a conservação da espécie. Requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala.





Byrsonima chrysophylla



Nome comum: Murici-da-canga

Descrição: Arbusto a árvoreta 4 m alt., ramos estriados, pubescentes. Folhas opostas no ápice dos ramos, 5-13 cm compr., elípticas, pubescentes, base cuneada, ápice agudo a acuminado. Inflorescência terminal racemosa com 15-33 flores pentâmeras, zigomorfas, sépalas com pares de glândulas externas, pétalas unguiculadas com margem fimbriada, amarelas, uma pétala mais estreita, estames 10. Fruto drupáceo até 6 mm diâm., amarelo quando maduro. Pólen: Mônades, pequenos, esferoidais, ornamentação microreticulada, 3-colporados. P: 18-22 µm, E: 18-22; Ex: 1-1.5 µm.

Diferencia-se pelas folhas opostas simples, pubescentes, flores em racemo, com 5 pétalas unguiculadas amarelas, sépalas com par de glândulas, frutos amarelos comestíveis.

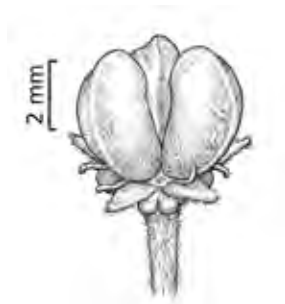
Distribuição Neotropical, ocorre amplamente no Brasil, do Norte ao Sudeste. Em Carajás é encontrada em canga e em capão de mata⁷².

RAD: Arbusto predominante nas cangas, suas flores são polinizadas por abelhas e os frutos procurados pela fauna local. Importante na manutenção de redes interativas. Apresenta baixa taxa de germinação das sementes após armazenagem. Requer mais estudos de propagação.





Lophanthera lactescens



Nome comum: Lanterneira

Descrição: Árvores de médio porte e copa rala, até 20 m alt.. Folhas distalmente arrançadas, 20-30 cm compr., base cuneada, ápice obtuso, levemente corrugadas, glabras. Inflorescências terminais racemosas, pêndulas, multifloras, flores zigomorfas, sépalos com glândulas pareadas, pétalas amarelas unguiculadas, uma maior e fimbriada, estames com anteras brancas. Frutos 3-carpelares, mericarpos 5 mm compr. Pólen: Mônades, pequenos a médios, esferoidais, ornamentação microreticulada, 3-colporados. P: 22-26 μm, E: 22-25 μm; Ex: 1.5-1.8 μm.

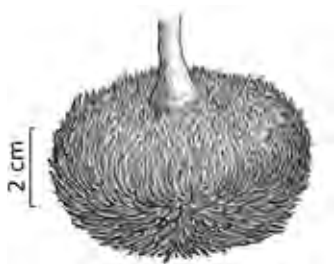
Diferencia-se pelas folhas verticiladas, inflorescência pêndula racemosa muito vistosa, flores amarelas, frutos com 3 carpelos separados.

Distribuída na Amazônia (*sensu lato*). No Brasil, ocorre apenas na região Norte em Mata de Igapó e Floresta Ombrófila. Em Carajás cresce na floresta.

RAD: Árvore polinizada por abelhas, é importante para a manutenção das redes interativas locais. Pode ser utilizada sem restrições em todos os ambientes fora da cava de mina. Requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala.





Apeiba tibourbou

Nome comum: Pente-de-macaco-de-folha-peluda, Escova-de-macaco

Descrição: Árvore 10 m alt., ramos com tricomas estrelados. Folhas 20-30 cm compr., irregularmente ovais a obovais, base cordada, ápice agudo a apiculado, margens serradas, trinérveas na base, pilosas especialmente na face inferior. Inflorescências axilares paucifloras, botões castanho-ferrugíneos, flores actinomorfas, pentâmeras, amarelas, sépalas agudas maiores que as pétalas, estames numerosos. Fruto indeiscente, achatado-globo, 6 cm. diâm., com longas projeções flexíveis, sementes numerosas, discoides, 5 mm compr.

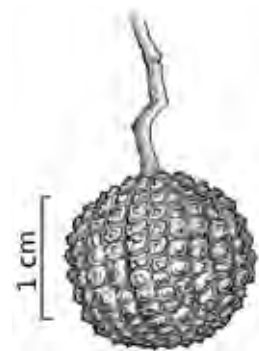
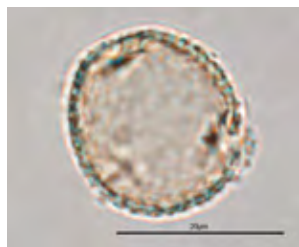
Diferencia-se pelas folhas densamente pilosas com tricomas estrelados, trinérveas na base, flores amarelas com sépalas mais longas que as pétalas, fruto com projeções flexíveis.

Distribuição Neotropical ocorre desde o México até a Bolívia, e, no Brasil, do Norte à região Sudeste. Em Carajás foi observada em área de mata.

RAD: Espécie pioneira, possui crescimento rápido e polinização por abelhas, mantendo as redes de interação locais. Pode ser utilizada para recuperação de todas as áreas degradadas no âmbito da mineração, apesar dos estudos apontarem para perda de viabilidade das sementes com o armazenamento.





Guazuma ulmifolia

Nome comum: Mutamba

Descrição: Árvore 25 m alt. Folhas 5-18 cm compr., ovais ou lanceoladas, base arredondada, ápice agudo, margens crenadas, trinérveas na base, pilosas especialmente na face inferior. Inflorescências axilares paniculadas, flores actinomorfas, pentâmeras, creme, diminutas. Fruto capsular lenhoso, rugoso, 2-3,5 cm diâm., abrindo-se em 5 partes para liberar muitas sementes imersas em polpa mucilagínosa, ovoides, 3-5 mm diâm. Pólen: Mônades, pequenos a médios, esferoidais, ornamentação reticulada, 3-colporados. P: 22-24 μm, E: 22-24 μm; Ex: 1.5 μm.

Diferencia-se pelas folhas pilosas, trinérveas na base, frutos redondos e rígidos, externamente rugosos.

Distribuição Neotropical, ocorre do México até a Argentina. No Brasil é amplamente distribuída. Em Carajás cresce em floresta ombrófila densa.

RAD: Espécie pioneira de crescimento rápido. Suas flores atraem grande quantidade de insetos, os frutos carnosos possuem grande quantidade de sementes e são procurados por vertebrados. Contribui para a restauração das redes de interação tanto em pilhas de estéril como nas áreas protegidas. Requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala.





Melochia splendens



Nome comum: Malvarisco

Descrição: Subarbustos a arbustos 1 m alt., ramos hirsutos. Folhas estipuladas, 2,5-4 cm compr., lanceoladas a ovadas, base cuneada, ápice agudo a arredondado, margem serreada, ambas as faces tomentosas com tricomas estrelados. Inflorescências glomeruliformes sésseis, flores actinomorfas pentâmeras, pétalas 6 mm compr., roxas com mancha basal amarela, estames fundidos. Fruto capsular 5 mm compr., sementes obovoides, glabras. Pólen: Mônades, médios a grandes, oblato-esferoidais, ornamentação microreticulada, 3-colporados. P: 45-48 μm , E: 45-52 μm , Ex: 2-3 μm .

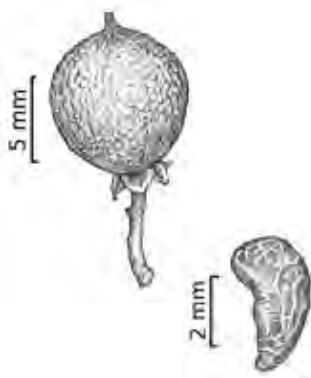
Diferencia-se pelas folhas simples alternas serreadas com tricomas estrelados, flores roxas com centro amarelo, frutos capsulares.

Relatada para Colômbia e Brasil. Neste, ocorre nos estados de Goiás e Piauí. Em Carajás podem crescer em locais úmidos e também antropizados⁷³.

RAD: Polinizada por abelhas, auxilia na manutenção de redes interativas locais. Sua contribuição para a recuperação da biodiversidade das áreas em fase de recuperação ambiental depende de metodologias para a propagação e reintrodução em campo. Produz grande quantidade de sementes mas requer mais estudos de propagação.





Norantea guianensis

Nome comum: Rabo-de-arara

Descrição: Arbustos com ramos horizontais a decumbentes, emitindo raízes avermelhadas ao longo do caule. Folhas obovais com base cuneada e ápice retuso, 4-12 cm compr. Inflorescência em racemos terminais multifloras, nectários sacciformes vermelhos a vináceos, flores pentâmeras 1 cm diâm., esverdeadas, pétalas ovadas, estames 15-40, estigma sésil. Frutos globosos aprox. 1 cm diâm., sementes muitas, reniformes. Pólen: Mônades, médios, oblato-esferoidais a prolato-esferoidais, ornamentação escabrada, 3-colporados. P: 26-36 μm , E: 27-37 μm , Ex: 3.5-4 μm .

Diferencia-se pelos ramos decumbentes com folhas espiraladas, enraizando sobre as rochas, inflorescências chamativas com nectários sacciformes.

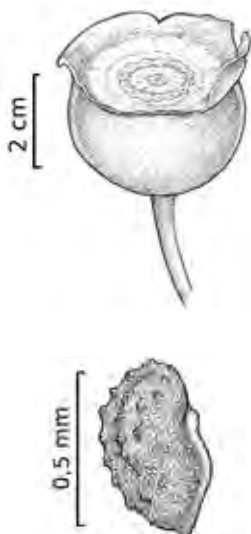
Distribuição Neotropical, desde a América Central à América do Sul. No Brasil é frequente na Amazônia, Cerrado e Caatinga. Em Carajás cresce em mata e canga⁷⁴.

RAD: Espécie característica da canga, é polinizada por beija-flores e útil na manutenção de redes interativas locais. Sua propagação vegetativa em campo é fácil. No entanto, requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala. Pode ser incluída na recuperação de diferentes ambientes minerados.





Bellucia grossularioides



Nome comum: Goiaba-de-anta

Descrição: Árvore até 8 m alt. Folhas curvinérveas, 14-24 cm compr., obovais a arredondadas, base cuneada, ápice obtuso a acutiúsculo, glabras ou puberulentas. Inflorescências caulifloras ou ramifloras, dicsioides, flores actinomorfas vistosas, cálice irregularmente truncado esverdeado, pétalas 6-8, brancas, plicadas, estames numerosos, anteras amarelas. Frutos bacáceos cupuliformes, 4 cm diâm., verde-claros a amarelados, suculentos, com polpa adocicada e sementes diminutas acastanhadas.

Diferencia-se pelas folhas grandes e lisas, curvinérveas, flores vistosas com 6-8 pétalas, frutos suculentos doces, comestíveis.

Distribui-se do México à Bolívia. No Brasil é encontrada na Amazônia e no Cerrado. Em Carajás ocorre em floresta ombrófila densa⁷⁴.

RAD: Com flores atrativas para insetos e abundante produção de frutos comestíveis com muitas sementes, esta espécie lenhosa é adequada para a manutenção das redes interativas Icoais. Sua ocorrência foi registrada como abundante nas áreas revegetadas. Testes de germinação de sementes e outros protocolos de propagação devem ser avaliados.





Miconia cuspidata

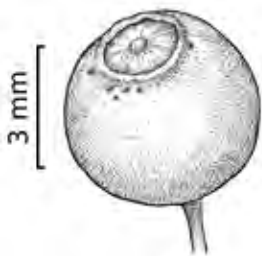
Nome comum: Pixirica

Descrição: Árvores até 6 m alt., com tricomas estrelados. Folhas curvinérveas, 4-9 cm compr., ovais, base cuneada, ápice acuminado, nervuras 3+2. Inflorescências terminais paniculadas multifloras, flores pentâmeras, hipanto urceolado, pétalas brancas, estames 10, anteras poricidas falciformes. Fruto redondo, 4 mm diâm., com várias sementes piramidais.

Diferencia-se pelas folhas curvinérveas com 3+2 nervuras, tricomas estrelados, pequenas flores brancas, anteras falciformes poricidas.

Distribuída no Peru e Brasil, onde está presente nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste⁷⁴.

RAD: Espécie polinizada por abelhas e que produz frutos em abundância, atrai aves e foi registrada como persistente nas áreas revegetadas. Requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala.





Pleroma carajasense



Nome comum: Quaresmeira-da-canga

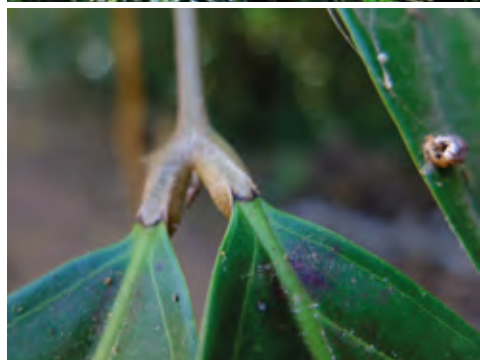
Descrição: Arbusto até 3 m alt., tricomas simples com base alargada. Folhas opostas, simples, curvinérveas, 2-6 cm compr., ovaladas, base cuneada, ápice atenuado, 5-nervadas. Inflorescências paniculadas laxas, flores em pares, hipanto coberto de tricomas, pétalas 5, roxas com a base mais clara, estames 10, anteras falciformes poricidas. Fruto cápsula multisseminada, sementes cocleariformes. Pólen: Mônades, pequenos a médios, subprolatos a prolatos, ornamentação psilada, 3-colporados, 3-pseudocolpados. P: 22-27 μm , E: 14-25 μm , Ex: 1.5-2 μm .

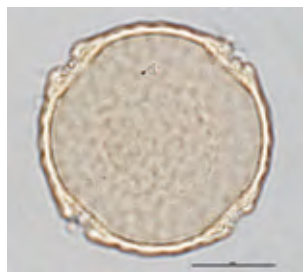
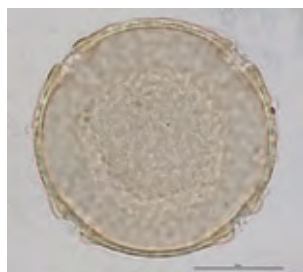
Diferencia-se pelas folhas curvinérveas e tricomas simples com base espessada, flores roxas, vistosas, anteras falciformes poricidas, cápsulas castanhas.

Endêmica da Serra dos Carajás, ocorre exclusivamente em área de canga⁷⁶.

RAD: Arbusto muito procurado por abelhas, pode contribuir para a restituição da biodiversidade de pilhas de estéril e cavas de mina após desenvolvimento de protocolos para efetivar sua propagação.





Carapa guianensis

Nome comum: Andiroba

Descrição: Árvores até 20 m alt., ramos glabros. Folhas pinadas, até 1 m compr., com 6 a 9 pares de folíolos 15-30 cm compr., oval-oblongos, base cuneada, ápice agudo, glabros. Inflorescência axilar a subterminal, paniculada, flores pentâmeras com corola creme, estames 10, unidos formando corona. Fruto capsular globoso, lenhoso, abrindo-se em quatro partes, portando 4-12 sementes grandes, poliédrico-arredondadas, castanho-avermelhadas. Pólen: Mônades, pequenos a médios, esferoidais, ornamentação microreticulada, 4-colporados. P: 50-60 μ m, E: 50-60 μ m, Ex: 2-4 μ m.

Diferencia-se pelas folhas pinadas com 6-9 pares de folíolos grandes, estames formando uma corona, cápsulas lenhosas partindo-se em 4, com sementes grandes, oleaginosas.

Distribuição Neotropical, ocorre da Guatemala ao Peru e, na Amazônia Brasileira, estendendo-se até o Maranhão. Em Carajás é encontrada em mata ombrófila densa.

RAD: Espécie com valor socioeconômico devido aos seus diversos usos na região, possui boa regeneração natural. Apresenta potencial para o plantio de enriquecimento nas capoeiras e florestas. Protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala necessitam ser aprimorados.







Nome comum: Faia

Descrição: Árvores até 4 m alt., folhas lanceoladas, base arredondada, ápice abruptamente agudo a acuminado, coriáceas, pilosas na face inferior. Inflorescências em racemos axilares menores que as folhas, pedunculadas, 6-10-floras, corola actinomorfa, pentâmera, creme, pouco vistosa; pétalas com tufo interno de tricomas, estames insertos. Frutos globosos, menos de 2 cm compr., com uma semente.

Diferencia-se pelo porte lenhoso, folhas coriáceas chamativas, com brilho metálico, flores pequenas pentâmeras com pétalas internamente pilosas, fruto globoso com apenas uma semente.

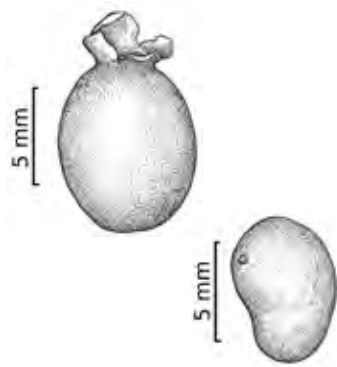
Ocorre no Brasil e na Bolívia. No Brasil há registros na região Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste até Minas Gerais. Em Carajás cresce em canga, borda de mata e áreas antropizadas⁷⁷.

RAD: Árvore abundante nos capões florestais da canga, possui frutos carnosos que atraem avifauna dispersora. Também produz grandes quantidades de sementes, no entanto, estas tem baixa viabilidade e requerem tratamento para superação de dormência.





Eugenia punicifolia



Nome comum: Cereja-do-campo

Descrição: Arbustos a arvoretas até 3 m alt., ramos glabrescentes. Folhas 1,5-5 cm compr., elípticas ou obovadas, base cuneada, ápice acuminado, pubescentes. Inflorescências em racemos axilares, flores actinomorfas, brancas a creme, pétalas 4, estames muitos. Frutos 1 cm compr., elipsoides ou globosos, vermelhos. Pólen: Mônades, pequenos, oblatos, ornamentação escabrada, 3-4-colporados, parasincolpados. P: 15-18 μm , E: 24-28 μm ; Ex: 1 μm .

Diferencia-se pelas folhas simples, opostas, com glândulas translúcidas, flores tetrâmeras, amarelas, frutos elipsoide ou globosos, vermelhos.

Ocorre em Cuba e norte da América do Sul até o Paraguai. No Brasil há registros em quase todos os estados, exceto no extremo Sul. Em Carajás ocorre em canga, transição para mata e áreas antropizadas⁷⁸.

RAD: Arbustos com flores procuradas por abelhas e grande quantidade de frutos carnosos que atraem a fauna, contribuindo para a recuperação da biodiversidade do local. Requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala.







Nome comum: Guamirim

Descrição: Arbustos a arvoretas até 4 m alt., ramos glabros. Folhas 1,5-4,5 cm compr., elípticas ou ovaladas, base cuneada, ápice acuminado, glabras. Inflorescências paniculadas axilares ou terminais, muito ramificadas, flores actinomorfas, brancas, pétalas 5, estames muitos. Frutos 5 mm compr., globosos, avermelhados, com glândulas conspicuas. Pólen: Mônades, médios, triangulares, ornamentação escabrada, 3-colporados, sincolpados. E: 20-25 μm, Ex: 1.5-2 μm.

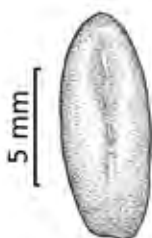
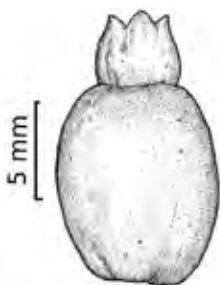
Diferencia-se por suas folhas simples, opostas, com glândulas translúcidas, flores pentâmeras, frutos globosos, vermelhos, com glândulas visíveis.

Ocorre na Bolívia, Brasil, Trinidad e Tobago, Guianas, Paraguai, Peru, Suriname e Venezuela. Em Carajás é encontrada em área de canga e mata⁷⁸.

RAD: Arbustos com flores procuradas por abelhas e grande quantidade de frutos carnosos que atraem a fauna, contribuindo para a recuperação da biodiversidade do local. Sua presença facilita a chegada de outras espécies, favorecendo a sucessão ecológica das áreas mineradas. Requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala.





Neea oppositifolia

Nome comum: João-mole

Descrição: Arbustos a árvores até 7 m alt., folhas opostas ou subopostas, em pares de tamanhos desiguais, 6-15 cm compr., glabras, semi-suculentas. Inflorescências tanto axilares como terminais, paucifloras, flores diminutas, pentâmeras, esverdeadas, de sexos separados. Frutos globosos, amarelos com tons vináceos.

Diferencia-se por seu hábito lenhoso, suas folhas opostas a subopostas, subcarnosas, glabras, pares de tamanhos diferentes, frutos amarelos carnosos.

Distribuição amazônica (*sensu lato*), ocorre no Equador, Peru e Brasil. Neste, distribuída pelo Acre, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e norte de Mato Grosso⁸².

RAD: Arbusto rústico, com frutos carnosos dispersos por animais. Em áreas em fase de recuperação, pode atrair a fauna dispersora, facilitando a chegada de outras espécies de plantas. Requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala.





Sobralia liliastrum



Nome comum: Orquídea-bambu

Descrição: Orquídea terrícola sem pseudo-bulbo, crescendo em touceiras densas, ramos atingindo 1,6 m alt., com várias folhas até 15 cm compr., lanceoladas, base amplexicaule, ápice agudo, nervuras bem distintas. Flores solitárias, eretas, brancas, com três sépalas e duas pétalas alvas e uma central, o labelo, com manchas amarelas e bordas crenadas. Fruto capsular com inúmeras sementes.

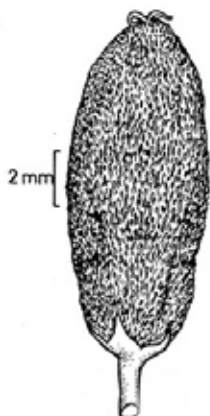
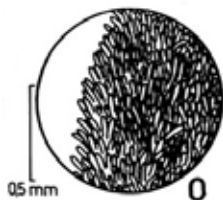
Diferencia-se pela combinação dos caules lembrando bambus com as flores vistosas e brancas com fundo amarelo.

Distribuída no Norte da América do Sul. No Brasil ocorre nas regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste, principalmente em solos arenosos e afloramentos rochosos⁷⁹.

RAD: Orquídea que forma grandes moitas em ambientes naturais. Espécie perene com alta tolerância à seca, com potencial para se adaptar bem a todos os ambientes impactados, especialmente em situações de exposição plena à luz solar. Requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala.







Nome comum: Cafezinho-da-canga

Descrição: Arbustos até 2,5 m alt., folhas imparipinadas ou paripinadas, até 15 cm compr., folíolos 5-11, alternos a subopostos, lanceolados, ápice agudo, base arredondada, subcoriáceos. Inflorescências racemosas pêndulas, flores pentâmeras de sexos separados, arroxeadas, diminutas. Fruto amarelo a alaranjado, alongado, densamente coberto por tricomas, portando 1-2 sementes.

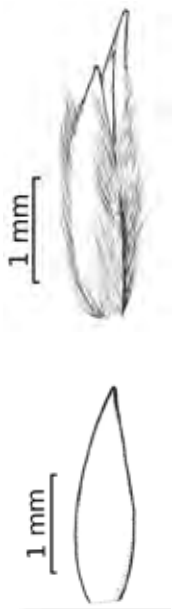
Diferencia-se pelas folhas pinadas, folíolos 5-11, espessos, inflorescência racemosa pêndula, flores com sexos separados, frutos amarelos a alaranjados, pilosos, com 1-2 sementes.

Endêmica dos afloramentos de canga da Serra dos Carajás. Ocorre em área de transição entre a canga e a floresta⁶⁰.

RAD: Espécie com frutos que atraem a fauna. Pode ser útil para restabelecer as redes de interação e também indicada para as atividades de resgate e reintrodução.





Mesosetum flifolium

Descrição: Planta perene, cespitosa, 35-75 cm alt. Lâminas convolutas, filiformes, 8-25 × 0,2-0,5 cm, esparsamente pilosas a glabras. Inflorescência 3,5-12 cm compr., espiguetas 3,2-3,5 mm compr.; gluma inferior oblongo-linear a estreitamente triangular, densamente coberta por tricomas alvos, 3-nervada; gluma superior oval-lanceolada, com tricomas alvos densos nas margens; antécio inferior neutro; lema inferior 5-nervada, pálea ausente; antécio superior 2,7-3 mm compr., acuminado, glabro.

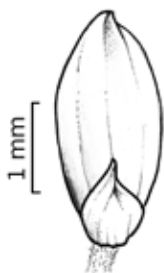
Diferencia-se por ser uma gramínea densamente cespitosa com lâminas foliares convolutas e filiformes.

Distribuída na América Central e norte da América do Sul, com registros no México, Venezuela e Brasil. No Brasil, foi encontrada apenas em vegetação de canga na Serra dos Carajás⁸¹.

RAD: Gramínea característica das cangas de Carajás. Após desenvolvimento de protocolos de germinação, pode contribuir para o aumento do teor de matéria orgânica no solo em todos os ambientes minerados.





Paspalum cinerascens

Descrição: Planta perene, cespitosa, 70-180 cm alt. Lígula 0,8-1,9 mm compr.; lâminas linear-lanceoladas, 18-40 × 0,4-1,2 cm. Inflorescências com 1-3(-5) ramos alternos, pedicelos estrigosos, espiguetas elípticas, 3-3,9 × 1,1-1,5 mm, palhetes; gluma inferior presente, a superior mais curta que o antécio superior, áptera, glabra, 7-nervada; lema inferior glabro, 5-nervado, profundamente sulcado; pálea inferior presente; antécio superior elíptico, 2,8-3,5 × 1-1,4 mm, crustáceo, glabro, papiloso, palhete.

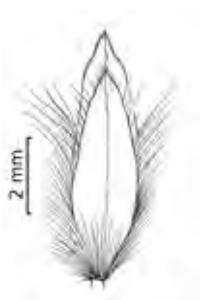
Diferencia-se por seu hábito cespitoso, folhas acinzentadas, e gluma superior e lema inferior fortemente reticulados na porção distal.

Distribuída na América do Sul, das Guianas ao Paraguai. Ocorre amplamente no Brasil e em Carajás é encontrada em canga e transição para mata⁸¹.

RAD: Gramínea em touceiras com raízes fasciculadas, crescimento rápido e fácil propagação vegetativa. Possui grande potencial para estabilizar o substrato, reduzir erosão e incorporar matéria orgânica no solo. Pode ser utilizada em ambientes a serem revegetados após mineração.





Paspalum lanciflorum

Descrição: Planta perene, cespitosa, 80-200 cm alt. Lígula 1,5-2 mm compr.; lâminas lineares, 15-35 × 0,5-1 cm. Inflorescências com 1-7 ramos alternos, aproximados, pedicelos glabros, espiguetas oval-lanceoladas, 5,2 × 1,7-2 mm, palhetes; gluma inferior ausente, a superior mais longa que o antécio superior, áptera, 3-nervada; lema inferior piloso na base, 3-nervado, pálea inferior ausente; antécio superior elíptico a oboval, 3,2-3,5 × c. 1 mm, cartáceo, ligeiramente escabro no ápice, liso, palhete.

Diferencia-se por ser uma gramínea com ráquis alada e conspícua, esverdeada no centro e margens amareladas ou vináceas, espiguetas lanceoladas e achatadas.

Distribuída do Panamá ao Brasil, onde ocorre na região Norte, estendendo-se ao Centro-Oeste e Nordeste. Em Carajás ocorre em canga arbustiva e campo limpo⁸¹.

RAD: Após desenvolvimento de protocolos de propagação, esta gramínea pode ser utilizada para revegetar os mais diversos ambientes minerados.





Rhytachne gonzalezii

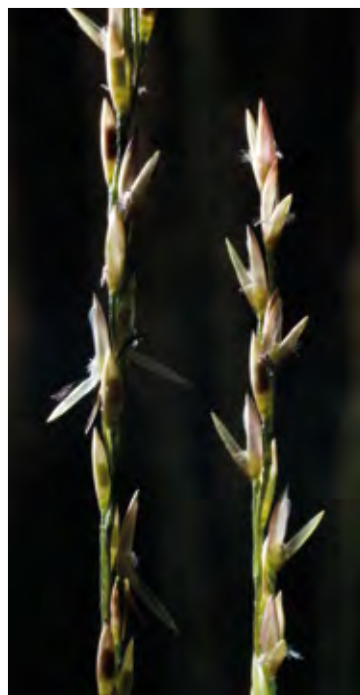
Descrição: Planta anual, cespitosa, 22-65 cm alt., lígula membranoso-ciliolada. Lâminas lineares, planas a involutas, 7-35 × 1-4 cm, glabras, face adaxial escabra. Inflorescências 3-10 cm × 0,8-1,2 mm; entrenó da ráquis 2,5-5 mm compr., espiguetas sésseis oblongo-lanceolada, 3,5-5 mm compr., gluma inferior corrugada, 4-7-nervada, a superior hialina, 3-nervada, antécio inferior neutro, lema inferior 2,4-3 mm compr., antécio superior bissexuado, lema superior 1,8-3 mm compr., espiguetas pediceladas reduzidas a uma arista. Pólen: Mônades, médios, circulares, ornamentação microreticulada, 1-porados. D: 52-72 μ m, Ex: 1.3-3.4 μ m.

Diferencia-se por ser uma gramínea com sinflorescência em um único ramo principal com espiguetas aos pares (uma sésseis e outra pedicelada) ou solitárias, dispersando-se juntamente com o entrenó da ráquis.

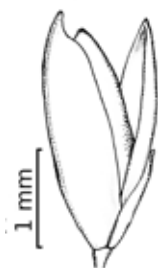
Distribuída na Venezuela e no Brasil, onde ocorre apenas no Pará. Em Carajás é encontrada em canga e áreas alagáveis⁸¹.

RAD: Gramínea abundante na canga, pode contribuir para o enriquecimento de matéria orgânica do solo.





Sporobolus multiramosus



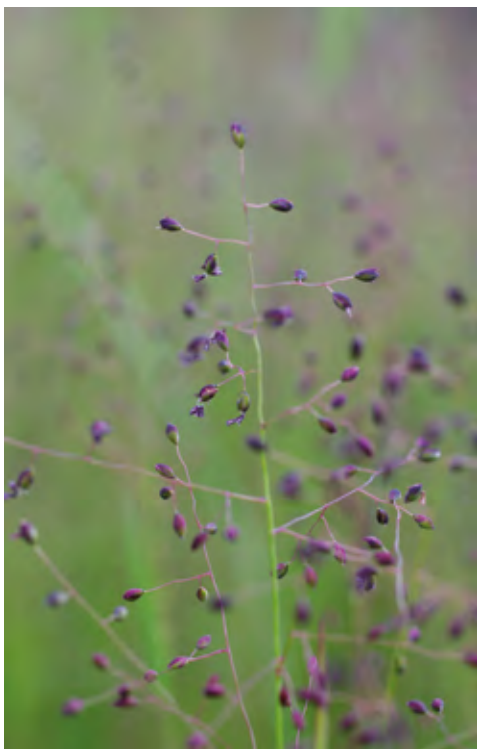
Descrição: Planta anual, cespitosa, colmos 15-55 cm alt., ramificados nos nós superiores, lígula ciliada, 0,3-0,4 mm compr. Lâminas lineares, 2-15 × 1-2 cm. Inflorescência paniculada contraída, linear, 3-8,5 × 0,3-0,8 cm., espiguetas 2-2,5 × 0,8-1 mm; glumas desiguais, a inferior 1,1-1,7 mm compr., a superior subigual ao lema, lema 2-2,3 × 0,3-0,5 mm, pálea 1,8-2,3 × 0,2-0,6 mm. Cariopse 1,7-2,2 × 0,7-1,1 mm, castanha. Pólen: Mônades, médios, esferoidais, ornamentação microreticulada a reticulada, monoporados. D: 30-38 µm, Ex: 1.5 µm.

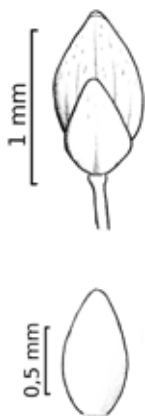
Diferencia-se por ser uma gramínea com inflorescência formando uma panícula contraída.

Endêmica das cangas da Serra dos Carajás⁸¹.

RAD: Gramínea formando tapetes verdes, produz sementes viáveis em grande quantidade. Pode ser utilizada em todos os ambientes a serem revegetados após mineração.





Trichanthecium cf. arctum

Descrição: Planta anual, cespitosa, colmos 12-45 cm alt., lígula 0,5-1,5 mm compr. Lâminas linear-lanceoladas, 1,5-3,7 × 0,15-0,3 cm, base arredondada. Inflorescência em panícula laxa, 2-6 × 1,5-4 cm., espiguetas elípticas, 0,9-1,2 × 0,5 mm, gluma inferior 0,5-0,7 mm compr., 1-nervada; gluma superior 0,8-1 mm compr., 5-nervada, antécio superior elíptico a oboval, 0,9-1,1 × 0,5 mm.

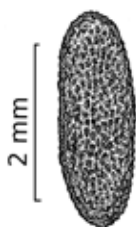
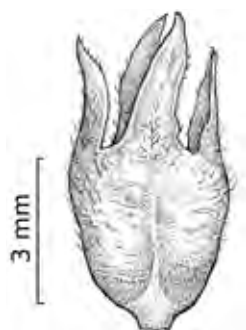
Diferencia-se por ser uma gramínea peculiar das cangas, com lâminas linear-lanceoladas e espiguetas elípticas.

Distribuição conhecida para Guianas, Suriname, Venezuela. No Brasil é registrada apenas no estado do Pará e ocorre em área de canga e terrenos alagáveis⁸¹.

RAD: Gramínea abundante nas cangas herbáceas. Produz grandes quantidades de sementes e pode contribuir significativamente para a incorporação de biomassa no solo em todos os ambientes minerados.







Nome comum: Erva-de-lagarto

Descrição: Ervas perenes 0,3-0,5m, raramente atingindo 1 m alt. Estípulas entre as folhas com 5-7 cerdas, folhas inteiras, ovadas ou elípticas, margens lisas. Inflorescência terminal capitada e subterminais axilares, com 2-4 brácteas semelhantes às folhas e eretas, flores brancas, menos de 5 mm compr., sépalos 4, pétalas 4, anteras creme. Frutos capsulares ovoides, secando castanho-claros, abrindo-se em duas metades, cada uma com uma semente reticulada, sem elaiossomo. Pólen: Mônades, grandes, esferoidais, ornamentação punctada com microreticulada, 10-colporados. E: 54-60 µm, Ex: 3 µm.

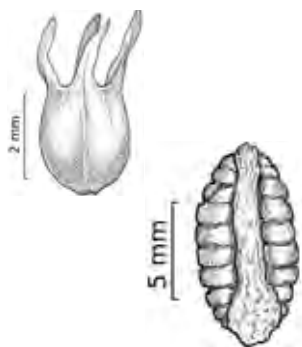
Diferencia-se por seu hábito herbáceo, folhas elípticas ou ovadas com estípulas interpeciolares com 5-7 cerdas, e corola alva, sementes reticuladas sem elaiossomo.

Distribuída nas Guianas, Suriname, Venezuela, Peru e Bolívia. Ocorre amplamente no Brasil, exceto no Nordeste e extremo Sul⁸³.

RAD: Planta ruderal que coloniza vários ambientes espontaneamente, é polinizada por insetos e promove a manutenção de redes interativas. Pode ser semeada em diferentes ambientes, incluindo as cavas da mina. Requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala.





Borreria elaiosulcata

Nome comum: Botão-da-canga

Descrição: Ervas anuais, atingindo 0,7 m alt. Estípulas entre as folhas com 3-5 cerdas, folhas inteiras, lineares, margens lisas. Inflorescência terminal capitada com duas brácteas semelhantes às folhas porém reflexas, flores vermelho-escuras a rosadas, menos de 5 mm compr., sépalas 2, pétalas 4, anteras creme. Frutos capsulares obovoides, secando castanho-claros, abrindo-se em duas metades, cada uma com uma semente transversalmente sulcada, com elaiossomo. Pólen: Mônades, médios, circulares, ornamentação punctada com microespinhos, pantoporados. D: 33-40 μ m, Ex: 2-3 μ m

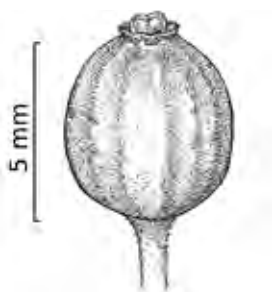
Diferencia-se por seu hábito herbáceo, folhas lineares opostas com estípulas interpeciolares e corola vermelha a rosada, sementes transversalmente sulcadas, com elaiossomo.

Endêmica da região de Carajás, ocorre sobre canga e mata baixa⁸³.

RAD: Subarbusto endêmico de Carajás, ocupa vários ambientes abertos sobre canga, sendo polinizada por insetos e mantendo a rede interativa local. Pode ser utilizada nas pilhas de estéril e nas cavas de minas. Requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala.





Palicourea guianensis

Nome comum: Erva-de-rato

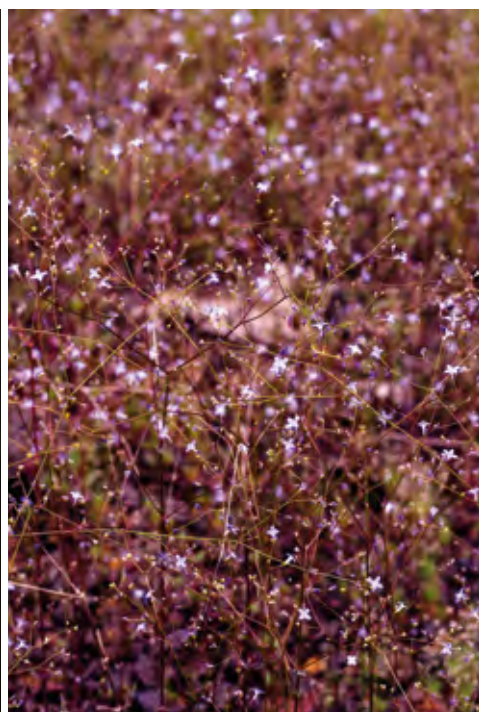
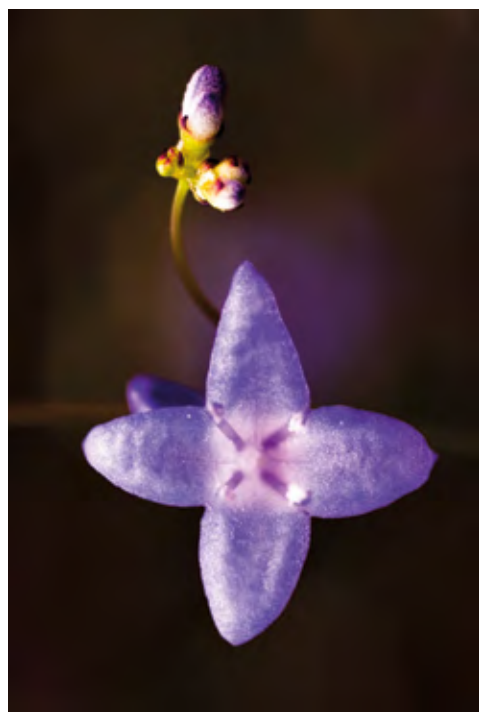
Descrição: Arbustos a árvores atingindo 6 m alt., folhas com estípulas bifidas de cada lado, folhas 22-32 cm compr., ovais a largamente elípticas, ápice obtuso a acutiúsculo, base atenuada, glabras, com 10-13 pares de nervuras amareladas. Inflorescência terminal paniculada, ramos avermelhados, flores zigomorfas pentâmeras, corola amarelo-ouro, estames 5, inclusos. Fruto bilobado, avermelhado, com duas sementes hemisféricas alongadas.

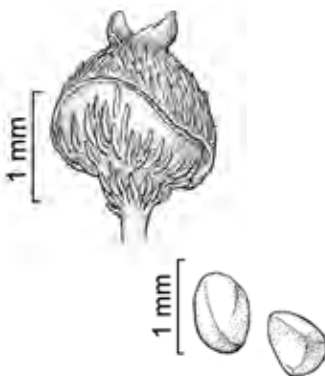
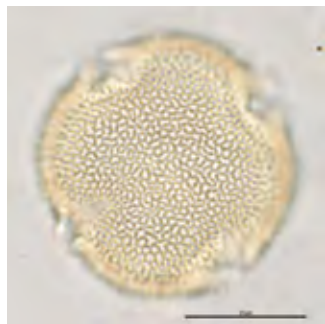
Diferencia-se pelas folhas opostas grandes, estípulas bifidas, inflorescência e flores amarelas.

Distribuída amplamente entre México e Bolívia. No Brasil ocorre em toda a região Norte, no estado do Mato Grosso, Espírito Santo e parte do Nordeste. Em Carajás cresce em canga, floresta ombrófila e áreas perturbadas⁸³.

RAD: Pioneira abundante nas florestas da região, possui flores atraentes para a avifauna e insetos, mantendo a rede interativa local. Pode ser utilizada na recomposição e enriquecimento de áreas florestadas após mineração. Requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala.





Perama carajensis

Nome comum: Azul-da-canga

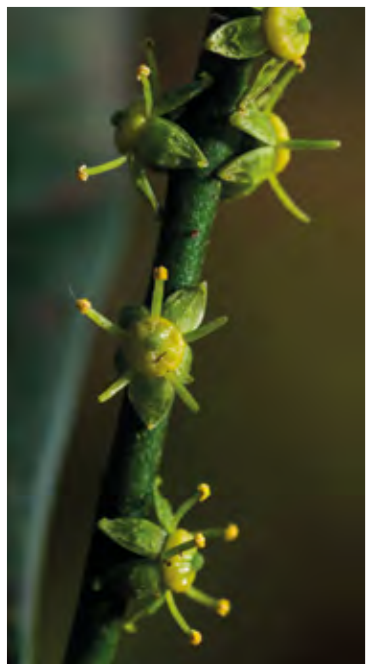
Descrição: Ervas anuais até 60 cm alt., folhas decussadas, até 6 cm compr., lanceoladas a obovadas, ápice agudo, base arredondada ou auriculada, 3-7-nérveas, pilosas. Inflorescências em panículas amplas, multifloras, flores geminadas, tetrâmeras, corola azul (raramente alva), estames 4, inclusos. Cápsulas subglobosas, diminutas, rompendo-se em duas metades e 2-seminadas. Pólen: Mônades, médios, prolato-esferoidais, ornamentação microreticulada, 4-5-colporados. D: 45-50 μm , Ex: 4-5.5 μm , Alt. Et: 2.5-3.5 μm .

Diferencia-se por seu hábito herbáceo e anual, com folhas 3-7-nérveas, caules avermelhados hirsutos, flores azuis com 4 pétalas, frutos capsulares.

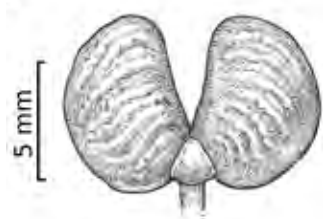
Endêmica da região das cangas da Serra dos Carajás, incluindo serras vizinhas⁸³.

RAD: Espécie endêmica com abundante produção de sementes com boa germinação, com flores muito procuradas por abelhas. Enriquece plantios nos taludes das pilhas de estéreis e no interior da mina.





Pilocarpus carajaensis



Nome comum: Jaborandi-da-canga

Descrição: Arbustos a árvores até 7 m alt., pecíolo estreitamente alado, folhas unifolioladas, raramente com 2-3 folíolos, 6-23 cm compr., estreitamente elíptica, base atenuada, ápice agudo a acuminado, pontuações translúcidas presentes. Inflorescência terminal racemosa, flores de sexos separados, geralmente pentâmeras, verdes ou amareladas. Fruto capsular com 1-2 mericarpos com aparência de conchas, c. 1 cm compr., semente vinácea, ovoide.

Diferencia-se pelas folhas unifolioladas, glândulas translúcidas, racemo com frutos em forma de concha

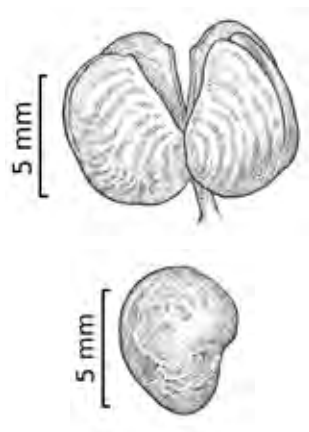
Endêmica da Serra dos Carajás e região circundante, ocorre em floresta ombrófila densa e sobre canga⁸⁴.

RAD: Espécie de distribuição restrita que produz grandes quantidades de sementes. Pode ser plantada em todos os ambientes minerados.





Pilocarpus microphyllus



Nome comum: Jaborandi

Descrição: Arbustos a arvoretas até 6 m alt., pecíolo fortemente alado, folhas 5-12-folioladas, folíolo 1,5-6 cm compr., elíptica ou ovada, base atenuada ou assimétrica, ápice obtuso a arredondado, pontuações translúcidas presentes. Inflorescência terminal racemosa, flores de sexos separados, geralmente pentâmeras, verdes ou amareladas. Fruto capsular com 1-4 mericarpos com aparência de conchas, c. 1 cm compr., semente negra, ovoide. Pólen: Mônades, médios, prolatos, ornamentação reticulada, 3-colporados. P: 25-34 μm , E: 20-26 μm , Ex: 2 μm .

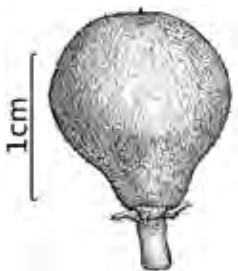
Diferencia-se por suas folhas 5-12 pinadas com folíolos arredondados, glândulas translúcidas, racemos com frutos em forma de concha.

Endêmica do Brasil, ocorre no Pará, Maranhão e Piauí. Em Carajás foi registrada em áreas florestadas⁸⁴.

RAD: Produz grande quantidade de sementes cuja viabilidade é rapidamente perdida durante o armazenamento. Esta espécie possui grande importância socioeconômica e pode ser plantada em todos os ambientes após mineração.







Nome comum: Bacupari

Descrição: Arbustos a árvores até 8 m alt., látex branco; folhas espiraladas, 4-9 cm compr., elípticas, ovadas ou lanceoladas, base atenuada, ápice agudo a atenuado, lustrosas na face superior. Inflorescências laterais e caulifloras, fasciculadas, não ultrapassando os pecíolos das folhas, flores 4-5-meras esverdeadas, pétalas com margens fimbriadas, estames 4-5, ovário uniovulado. Frutos bacáceos unisseminados, inicialmente cobertos de tricomas, amadurecendo glabrescentes e acastanhados; semente castanho clara com hilo branco.

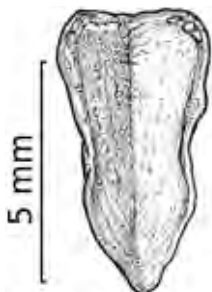
Diferencia-se por seu porte arbóreo, presença de látex branco, folhas espiraladas, flores discretas, laterais e caulifloras, pétalas fimbriadas, fruto baga com uma semente castanha com hilo branco.

Distribuída na Bolívia, Brasil e Paraguai. Amplamente distribuída no Brasil, ocorre em quase todas as regiões, exceto no Sul. Em Carajás cresce em capões e beira de lajedo de canga⁸⁵.

RAD: Árvore rústica, característica de diferentes fisionomias de canga. Seu uso é possível em todos os ambientes minerados, porém faz-se necessário criar protocolo de propagação para ser incluída nos projetos da recuperação ambiental.







Nome comum: Marupá

Descrição: Árvores 10-25 m alt., folhas imparipinadas, 15-38 cm compr., folíolos 9-17, alternos, oblongo-elípticos, ápice arredondado a retuso, base atenuada a cuneada. Inflorescências terminais amplas, flores com 5 pétalas esverdeadas, 10 estames nas flores masculinas, ovário com 5 carpelos separados nas flores femininas. Fruto com 1-3 mericarpos uniseminados, verdes passando a roxos ou negros quando maduros.

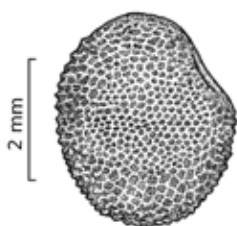
Diferencia-se por apresentar plantas com sexos separados, folhas compostas com folíolos alternos, flores verdes diminutas, frutos obovoides roxos a negros quando maduros.

Distribuída do Brasil ao Panamá. No Brasil, ocorre desde a região Norte até o Sudeste (exceto São Paulo). Em Carajás cresce sobre canga⁸⁶.

RAD: Árvore de grande porte que ocorre naturalmente nos capões florestais da canga e nas florestas da região. Produz frutos muito procurados por mamíferos e aves, de grande importância para a manutenção de redes interativas. Seu uso em áreas de recuperação ambiental depende do desenvolvimento de protocolos de propagação.







Nome comum: Lobeira

Descrição: Arbusto a arvoreta atingindo 4 m alt., ramos acinzentados, espinhosos, pilosos; folhas profundamente lobadas, esbranquiçadas na face inferior. Inflorescências terminais cimosas, flores com corola rotácea azul a arroxeada 5-lobada com estrias em formato de estrela, estames 5, anteras amarelas poricidas. Fruto do tipo baga, até 6 cm diâm., suculento, externamente amarelo, com inúmeras sementes discoides castanho-claras. Pólen: Mônades, médios, esferoidais, ornamentação microreticulada, 3-colporados. P: 32-34 μ m, E: 32-34 μ m, Ex: 2 μ m.

Diferencia-se pelos seus ramos espinhosos, pilosos, folhas simples lobadas, flores azuis em formato de estrela, frutos grandes, parecidos com tomates.

Distribuída pela Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guianas, Peru e Venezuela. No Brasil é amplamente distribuída, exceto no Mato Grosso do Sul e Região Sul. Em Carajás ocorre na canga e na transição para floresta⁸⁷.

RAD: Espécie pioneira, com flores e frutos carnosos que atraem animais e contribuem para a restauração das redes de interação. Os frutos possuem grande quantidade de sementes viáveis e, devido ao seu crescimento rápido, esta espécie pode atuar como facilitadora em todos os ambientes.





Daphnopsis filipedunculata



Descrição: Arvoretas até 8 m alt., folhas inteiras, 8-15 cm compr., elípticas a obovais, base e ápice agudos, delgadas e velutinas. Inflorescências axilares pedunculadas, pêndulas, flores de sexos separados, com 5 pétalas esverdeadas, 10 estames nas flores masculinas, ovário arredondado nas flores femininas. Fruto carnoso, menos de 1 cm compr., avermelhado, com 1-3 sementes.

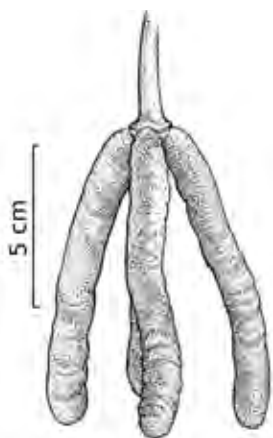
Diferencia-se por apresentar hábito lenhoso, folhas macias, finas, inflorescências axilares pêndulas com flores de sexos separados acumuladas nas extremidades, frutos vermelhos, com poucas sementes.

Endêmica da Serra dos Carajás. Encontrada sobre solo ferruginoso, adjacente aos campos rupestres de canga⁸⁸.

RAD: Arvoreta rara e endêmica das cangas de Carajás, possui flores de sexos separados e os espécimes femininos são especialmente raros. O uso dessa espécie pode contribuir para sua preservação, porém é necessário preparar protocolos de propagação para viabilizar seu plantio.





Cecropia palmata

Nome comum: Imbaúba-vermelha, embaúba

Descrição: Árvores ultrapassando 20 m alt., ramos ocos, marcados pelas cicatrizes das estípulas terminais vermelhas a rosadas, com indumento esparso. Folhas longamente pecioladas, profundamente 6-12 lobadas, palmadas, 30 ou mais cm de compr. Inflorescências laterais pêndulas, pareadas, cilíndricas, contendo flores muito pequenas, de sexos separados. Frutos 2-2,5 mm compr., elipsoides a obovoides.

Diferencia-se por seu hábito arbóreo, ramos ocos abrigando formigas, estípulas terminais chamativas, rosadas, folhas lobadas e inflorescências carnosas pareadas.

Ocorre nas Guianas e no Norte e Nordeste do Brasil. Na Serra dos Carajás foi encontrada em florestas ciliares, vegetação secundária e beira de estrada⁸⁹.

RAD: Espécie pioneira, com crescimento rápido, importante para a manutenção da fauna (formigas, mamíferos), além de promover ciclagem de nutrientes.





Vellozia glauca

Nome comum: Canela-de-ema

Descrição: Evas dracenoides, atingindo 1,5 m alt., caules cobertos por bainhas das folhas secas, folhas trísticas, lâmina linear-lanceolada, 23-32 cm compr., 0,3-1 cm larg., verde passando a roxa na estação seca, decíduas quando velhas. Flores solitárias no ápice dos ramos, hipanto verde coberto de emergências subuladas ou aplanadas, pétalas 6, brancas ou lilases, estames amarelos, 24-36, estigma 5 mm diâm., amarelo. Cápsula loculicida, sementes castanhas.

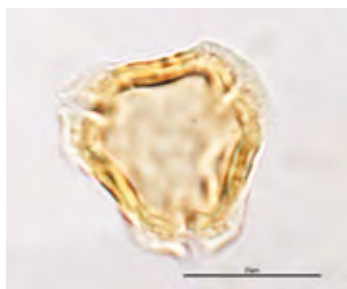
Diferencia-se por seu hábito dracenoide e folhas trísticas, flores chamativas brancas ou lilases.

Endêmica do Brasil, amplamente distribuída, ocorre nas regiões Norte (PA, TO), Nordeste (BA), Centro-Oeste (DF, GO, MG) e Sudeste (MG, SP)⁹⁰.

RAD: Abundante na canga, esta espécie produz grande quantidade de sementes que perdem a viabilidade quando armazenadas. É resistente ao fogo e tolera secas, contribuindo para o enriquecimento de áreas de recuperação ambiental.







Nome comum: Erva-cidreira-da-canga

Descrição: Arbustos até 3 m alt., ramos aromáticos, estrigosos. Folhas simples, 0,4-3 cm compr., ovado-elípticas a arredondadas, base cuneada, ápice agudo ou obtuso, tomentosas, especialmente na face inferior. Inflorescências axilares, espiciformes, com brácteas esverdeadas, corolas tubulosas ligeiramente zigomorfas, 3-5 cm compr., brancas com fauce amarela, 5-lobadas. Fruto 1 cm compr., ovoide, liso. Pólen: Mônades, médios, prolato-esferoidais, ornamentação microreticulada, 3-colporados. P: 25-30 µm; E: 30-34 µm, Ex: 2-2.5 µm.

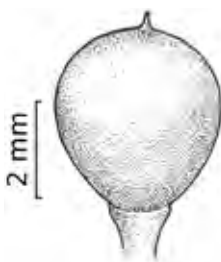
Diferencia-se por seus ramos e folhas aromáticos, folhas simples, opostas, serreadas, densamente tomentosas, espigas bracteadas, flores brancas com fauce amarela, frutos ovóides.

Distribuída pela Argentina, Bolívia, Venezuela e Brasil. No Brasil ocorre ao Norte no estado do Pará, no Nordeste e em Minas Gerais. Em Carajás é muito comum em canga⁹¹.

RAD: Espécie de ocorrência frequente na canga, é muito procurada por borboletas. Devido à fácil propagação vegetativa e bastante tolerante à seca, é útil em diversos ambientes a serem revegetados.







Nome comum: Uva-da-canga

Descrição: Trepadeira com ramos quadrangulares avermelhados. Estípulas oblongas, gibosas na base; folhas alternas, trifolioladas, segmentos elípticos, margem crenada. Inflorescências vermelho-vivas, opostas às folhas, corimbosas, flores 3 mm compr., 5 pétalas valvares, 5 estames opostos a estas, disco amarelo, pistilo verde. Fruto do tipo baga atingindo 6 mm compr., externamente roxa, unisseminada. Pólen: Mônades, grandes, prolatos, ornamentação microreticulada, 3-colporados. P: 55-64 µm; E: 35-44 µm, Ex: 2.2-3.5 µm.

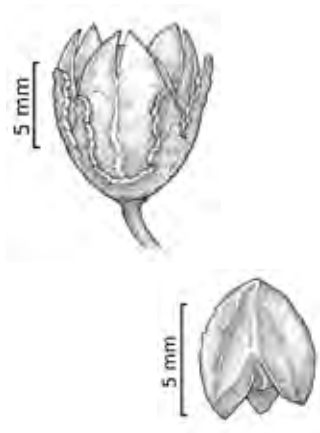
Diferencia-se por seu hábito trepador, folhas trifolioladas, inflorescências corimbiformes vistosas vermelhas, frutos roxos.

Distribuição Neotropical, ocorre do México ao Paraguai e em todos os estados do Brasil, exceto Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Em Carajás cresce em canga, mata baixa e margem de lagoas⁹².

RAD: Espécie trepadeira com ocorrência ampla, polinizada por abelhas, é importante para a manutenção de redes interativas. Pode ser utilizada para a recuperação de diferentes ambientes, incluindo as cavas de mina. Requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala.





Callisthene microphylla

Nome comum: Vassourinha-da-canga

Descrição: Arvoretas ou árvores até 9 m alt., folhas com gemas axilares globosas, com menos de 2 cm compr., arredondadas a lanceoladas, base arredondada, ápice retuso ou obtuso. Flores axilares isoladas, perfumadas, brancas, com uma pétala branca com mancha amarela na base, um estame. Fruto capsular lenhoso, globoso, liberando algumas sementes circularmente aladas. Pólen: Mônades, pequenos, esferoidais, ornamentação psilada, 3-colporados. P: 18-20 µm; E: 18-20 µm, Ex: 1 µm.

Diferencia-se por seu hábito lenhoso, ramos com folhas opostas diminutas, flores brancas com apenas uma pétala e um estame, frutos lenhosos liberando sementes aladas.

Endêmica do Brasil. Distribuída em áreas de cerrado, campos e carrascos. Em Carajás foi coletada em canga e capões florestais⁹³.

RAD: Espécie tolerante ao déficit hídrico, possui florada abundante durante a época seca, oferecendo recursos para insetos durante período de escassez. Produz grandes quantidades de sementes e pode ser introduzida principalmente nas pilhas de estéril. Requer o desenvolvimento de protocolos de propagação para produção de mudas em larga escala.





Sobre os autores

Daniela Cristina Zappi

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo, possui Mestrado e Doutorado pela mesma instituição na área de Botânica. Atualmente é pesquisadora do Instituto Tecnológico Vale de Desenvolvimento Sustentável em Belém, Pará, atuando no projeto da Flora das cangas da Serra dos Carajás (PA). Escreveu e organizou diversos livros e possui mais de 170 publicações em revistas nacionais e estrangeiras. Suas publicações abordam o estudo de diversos biomas brasileiros, a vegetação rupestre do Brasil, bem como taxonomia e sistemática de Cactaceae, Rubiaceae e outras famílias de Fanerógamas.

Markus Gastauer

Graduado em Agronomia pela Universidade de Bonn, possui Mestrado em Entomologia pela mesma instituição e Doutorado em Botânica pela Universidade Federal de Viçosa. Atualmente é pesquisador no grupo Tecnologia Ambiental do Instituto Tecnológico Vale de Desenvolvimento Sustentável em Belém e atua na área de recuperação de áreas degradadas, principalmente desenvolvendo pesquisa sobre monitoramento e desenvolvimento de bioindicadores para o status da recuperação de áreas degradadas.

Sílvio Ramos

Graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Minas Gerais, com mestrado, doutorado e pós-doutorado pela Universidade Federal de Lavras em Ciência do Solo. Atua principalmente na área de Sustentabilidade em Mineração e Recuperação de Áreas Impactadas. Atualmente é pesquisador do Instituto Tecnológico Vale (ITV) e professor dos programas de pós-graduação do ITV e da Universidade Federal Rural da Amazônia.

Sâmia do Socorro Serra Nunes

Formada em Engenharia Florestal pela Universidade Federal Rural da Amazônia, com mestrado em Ecossistemas Florestais pela Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz e doutorado em Ciências Ambientais pela Universidade de Lancaster (Reino Unido). É pesquisadora do Instituto Tecnológico Vale (ITV), com interesse em restauração da paisagem florestal, políticas públicas voltadas para sustentabilidade e preservação da vegetação nativa.

Cecílio Frois Caldeira

Graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Minas Gerais, mestrado na Universidade Federal de Lavras na área de Fisiologia Vegetal e doutorado em Biologia Integrativa de Plantas pela Université de Montpellier/SupAgro. Atualmente é pesquisador no grupo Tecnologia Ambiental do Instituto Tecnológico Vale de Desenvolvimento Sustentável em Belém, Pará. Atua na área de recuperação de áreas degradadas, principalmente com pesquisa em propagação e aspectos fisiológicos de plantas para fins de conservação e recuperação ambiental.

Pedro W. Souza-Filho

Graduado em Geologia pela Universidade Federal do Pará, possui mestrado e doutorado pela mesma instituição na área de Geologia. Atualmente é Pesquisador Titular do Instituto Tecnológico Vale de Desenvolvimento Sustentável e Professor Titular do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará, em Belém. Atua na área de Tecnologia Ambiental, desenvolvendo pesquisas na área de sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas aplicados à mineração e ambientes costeiros. Escreveu e organizou diversos livros e possui quase 90 publicações em revistas nacionais e estrangeiras. Orientou mais de 50 mestres, doutores e pós-doutores.

José Tasso Felix Guimarães

Graduação em Oceanografia pela Universidade Federal do Pará, mestrado e doutorado em Geologia pela mesma instituição. Atualmente é pesquisador do Instituto Tecnológico Vale. Além de professor do Programa de Mestrado Profissional do ITV, atua nas áreas de Palinologia, Paleoecologia e Paleoclimatologia. Também é bolsista de produtividade do CNPq e membro da Academia Brasileira de Ciências.

Tereza Cristina Giannini

É bióloga, com doutorado em Ecologia pela Universidade de São Paulo (USP), e doutorado sanduíche na Escócia e Holanda. Trabalha com interações ecológicas e restauração de redes de interação, com ênfase em espécies provedoras de serviços ecossistêmicos, como polinização, dispersão de sementes e controle biológico. Trabalha também com métodos de valoração de serviços ecossistêmicos e o potencial impacto das mudanças climáticas sobre esses serviços. Integra o Grupo de Estudos do Instituto de Estudos Avançados (IEA) sobre “Serviços

de Ecossistemas” e o Núcleo de Apoio à Pesquisa “Biodiversidade e Computação”, ambos USP.

Pedro Lage Viana

Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Minas Gerais, onde também obteve os títulos de Mestre e Doutor em Biologia Vegetal. É pesquisador adjunto do Museu Paraense Emílio Goeldi (MCTIC), onde é curador do Herbário MG e desenvolve pesquisas sobre sistemática e inventário da flora brasileira. Atualmente compõe o comitê gestor do projeto Flora do Brasil Online 2020 e orienta em três programas de Pós-Graduação na Amazônia. Suas publicações abordam principalmente estudos de vegetação rupestre no Brasil, taxonomia de Poaceae e novidades taxonômicas da Flora do Brasil.

Juliana Lovo

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de São Paulo, doutora em Botânica pela mesma instituição e pós-doutorado no Field Museum of Natural History (Chicaco, USA) e Royal Botanic Gardens, Kew (Reino Unido). Atualmente é pesquisadora bolsista da CAPES no Instituto Tecnológico Vale de Desenvolvimento Sustentável em Belém, Pará, atuando no projeto de Comparação de Áreas de Campos Rupestres em parceria com o Museu Paraense Emílio Goeldi. Suas publicações abordam sistemática molecular, Evolução morfológica, ontogenia e sistemática de Iridaceae.

Nara Furtado de Oliveira Mota

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Minas Gerais, onde também obteve os títulos de Mestre e Doutora em Biologia Vegetal. Atualmente é pesquisadora bolsista do Instituto Tecnológico Vale de Desenvolvimento Sustentável em Belém, Pará, atuando

principalmente no projeto de Flora das cangas da Serra dos Carajás (PA). Suas publicações abordam principalmente estudos de vegetação rupestre do Brasil, bem como sistemática de Xyridaceae.

José Oswaldo Siqueira

Graduado em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Lavras, com Mestrado e Doutorado em Ciências do Solo, pela Universidade da Flórida e pós-doutorado pela Universidade do Estado de Michigan, USA. É Prof. Titular aposentado e Professor Emérito da Universidade Federal de Lavras, atualmente é Diretor do Instituto Tecnológico Vale - Desenvolvimento Sustentável em Belém, Pará. Possui mais de 200 publicações em revistas especializadas nacionais e estrangeiras e 13 livros, e orientou mais de 90 mestres, doutores e pós-doutores.



Agradecimentos

Muitos agentes desempenharam papéis importantes na elaboração deste manual. Gostaríamos de agradecer o apoio da Gerência de Meio Ambiente do Corredor Norte, na pessoa da gerente Marlene Costa e de sua equipe técnica, especialmente Alexandre Castilho, Fábio Souza Junior, Fábila Cavalcante, Renan Coelho, Luiz Batista, Jenaldo Carvalho, Renan Coelho, Edivaldo Araujo e Olegário Reis, Delmo Fonseca Silva e Lourival Tyski, que contribuíram com o desenvolvimento das pesquisas e com a revisão do texto. Somos gratos também à Gerência Executiva de Gestão Ambiental, em especial à gerente Gleuza Josué e sua equipe técnica, Letícia Guimarães, Luiz Felipe, Nei Rivelo, Salim Jordy e Richardson Costa Faria, pela contribuição na revisão deste manual. Na Gerência de Meio Ambiente do Complexo S11D Eliezer Batista, Mario Luis Oliveira também contribuiu com uma revisão do capítulo introdutório.

No Instituto Técnico Vale, agradecemos à Dra Ana Maria Giulietti e ao Dr Antonio Furtini Neto, que apontaram para a necessidade deste estudo, e à Dra Vera Imperatriz-Fonseca, pela valorosa ajuda e estímulo na finalização do livro.

A primeira autora agradece os fotógrafos João Marcos Rosa, Adão Teixeira, André Simões, Antônio Furtini, Climbiê Hall, Denise Sasaki, Fernando Santos, Francisco Haroldo Nascimento, Graciele Henicka, Lidyane Aona, Lisa Campbell, Lourival Tyski, Liziane Vasconcelos, Marcelo Devecchi, Marcos Lima, Maurício Mercadante, Mayara Pastore, Rubens Queiroz, Vanessa Staggermeier e William Milliken, pelo uso de fotos que foram fundamentais para a compilação das páginas de espécies do presente trabalho.



Glossário^(95, 96, 97, 98)

Aculeado – provido de acúleos.

Acúleo – formação epidérmica pontiaguda, semelhante a um espinho, porém é facilmente removível.

Acuminado – ápice ou base agudo e comprido (geralmente folhas).

Adpressa(o) – estrutura posicionada muito próxima a outra, quase aderida.

Agudo – ápice ou base pontudo, ângulo agudo.

Ala – expansões em forma de asa.

Alado – estrutura provida de **ala**.

Alternas (folhas) – que saem alternadamente de diferentes pontos (nós) do ramo (contrário de **opostas**).

Amplexicaule – órgão que abraça o caule, geralmente a bainha da folha.

Antécio - conjunto de **brácteas** que garante a flor, encontrada em gramíneas e ciperáceas.

Antera – parte superior dos **estames**, onde são produzidos os grãos de pólen.

Anual (planta) – com ciclo de vida que se completa no período de um ano.

Arilo – estrutura formada por um tecido carnoso que envolve parcial ou completamente a semente.

Arista – estrutura fina e pontiaguda encontrada no fruto de algumas Asteraceae ou um prolongamento da nervura da **bráctea** encontrada em Poaceae.

Auriculada – estrutura em forma de orelha (aurícula)

Axila – ponto de encontro entre dois eixos ou estruturas. Por exemplo, o ponto de inserção de um pecíolo no caule.

Axilar – estrutura que se origina em uma **axila**.

Baga – tipo de fruto carnoso, **indeiscente**, frequentemente com várias sementes.

Bilabiada – tipo de corola com tubo formado pelas pétalas fundidas, geralmente com três lobos (parte livre) formando o lábio superior e dois lobos formando o lábio inferior.

Bráctea – folha modificada inserida abaixo das flores, podendo ser vistosa e colorida para atrair polinizadores.

Cálice – verticilo externo das flores, formado por **sépalas**, quando em conjunto com a corola forma o perianto da flor.

- Campanulado** – em forma de sino ou campânula, utilizado para **corola** ou **cálice**.
- Capítulo** – tipo de inflorescência composta, com flores **sésseis**, condensadas, dispostas em estrutura circular e envolvidas por **brácteas**, típico de Asteraceae.
- Capular** – fruto do tipo cápsula, geralmente seco, **deiscente**.
- Cariopse** – tipo de fruto seco, **indeiscente**, composto por uma única semente aderida à parede do fruto, típico de Poaceae.
- Carpelo** – folha modificada que forma o **pistilo** da flor.
- Carpídio** – o mesmo que **mericarpo**.
- Carúncula** – uma projeção do integumento externo da semente, próxima ao hilo. geralmente é pequena, carnosa e associada a dispersão por animais.
- Carunculada** - (semente) que possui **carúncula**.
- Cerda** – estrutura rígida, semelhante a um pelo, as vezes presentes em algumas **aristas** de Poaceae e **pápus** de Asteraceae.
- Cerdoso** – superfície composta por **cerdas**.
- Cespitosa** – planta que cresce formando um tufo, pela ramificação muito densa dos ramos.
- Ciliada** – superfície que possui **tricomias** nas margens, como cílios.
- Cimeira** – tipo de inflorescência com ramo que termina sempre em uma flor.
- Colmo** – caule com nós (onde nascem folhas ou ramos) bem definidos e entrenós maciços ou ocos, típico de Poaceae.
- Colpo** – Uma abertura alongada cuja razão comprimento/largura é maior que 2.
- Colporado** (3-colporado, 4-colporado, ... 10-colporado, ... etc...) – remete a colporo que é uma abertura composta, caracterizada por uma **ectoabertura**, uma **mesoabertura** **lalongada** e uma **endoabertura** **lalongada**.
- Cordada** – folha com a lâmina ou a base em formato de coração.
- Cordiforme** – estrutura com forma de coração.
- Corimbiforme** – tipo de inflorescência em que os **pedicelos** das flores saem de pontos diferentes do ramo, mas terminam mais ou menos na mesma altura.
- Corimbo** – inflorescência indeterminada em que as flores saem de pontos diferentes do mesmo eixo e atingem todas a mesma altura.
- Corola** – verticilo interno ao **cálice** das flores, formado por pétalas, geralmente é a parte mais vistosa e atrativa da flor. Quando em conjunto com o cálice forma o perianto da flor.
- Corona** – apêndice petaloide presente em alguns tipos de flores.
- Costado** – estruturas geralmente cilíndricas providas de costelas longitudinais salientes.
- Craspédio** – fruto seco indeiscente que se rompe transversalmente em segmentos uniseminados.
- Crenada** – folha ou órgão foliar com margem recortada, com lobos arredondados a obtusos.
- Criptosâmara** – fruto uniseminado que apresenta duas porções bem distintas e separadas do pericarpo, uma interna e outra externa.

Cuneada – diz-se da base ou ápice de uma estrutura (geralmente folha) cujas margens formam um ângulo de 45°.

Decumbente – caule com pouca sustentação, encontra-se deitado sobre o solo ou sobre plantas herbáceas.

Decussadas (folhas) – **opostas** cruzadas, sendo que o par de folhas seguintes saem a 90° graus em relação ao par anterior.

Deiscente (fruto) – que se abre espontaneamente para liberar sementes.

Dendrítico – ramificado

Denteada – margem da folha ou órgão foliar recortada em lobos pontudos.

Digitada (folha) – composta, formada por **folíolos** semelhantes a dedos, que partem do mesmo ponto.

Discoides – em forma de disco.

Dística – disposição de órgãos vegetais em um eixo comum, no mesmo plano e em duas fileiras, aparentando um “leque”.

Drupa – fruto carnoso com camada mais interna lenhosa e condescida com o tegumento da única semente.

Drupáceo – em forma de **drupa**.

Ectoabertura – abertura na camada externa da **exina**.

Elíptico – em forma de elipse, mais largo na região mediana.

Emergência – apêndice formado pela projeção da epiderme.

Epífita – planta que cresce apoiada sobre outra planta, que serve apenas como suporte.

Escabrada – descreve elementos com qualquer forma e direção menores que 1µm.

Escabro – superfície áspera devido a presença de tricomas curtos e duros.

Escorpioide – tipo de inflorescência em que as flores se desenvolvem sucessivamente para o lado externo do eixo principal, como uma cauda de escorpião.

Esferoidal – parâmetro de forma dos grãos de pólen no qual a razão entre o eixo polar e equatorial é aproximadamente igual.

Espádice – inflorescência em espiga com eixo mais ou menos carnoso e que possui uma bráctea na base.

Espatulada – em forma de espátula, estreita na base e alargada e achatada no ápice.

Espiciformes – inflorescência com aspecto de espiga.

Espiga – tipo de inflorescência em que as flores são **sésseis** e inseridas ao longo de um eixo.

Espiguetas – tipo de inflorescência especial das Poaceae e Cyperaceae, onde flores sem perianto são protegidas por brácteas.

Espinescentes – superfície provida de espinhos ou **acúleos**.

Esquizocarpo – tipo de fruto seco, formado por vários carpelos (formando o gineceu parte feminina da flor) que na maturação separam-se formando **mericarpós**.

Estame – órgão masculino da flor, formado por uma porção plana e alongada (filete) no ápice do qual encontra-se a **antera**.

- Estaminódio** – estame modificado estéril, desprovido de antera ou com antera rudimentar.
- Estigma** – porção terminal do **gineceu**, com parte apical dilatada, para receber os grãos de pólen.
- Estilete** – parte do gineceu que fica entre o estigma e o ovário, geralmente estreito e cilíndrico.
- Estípula** – estrutura laminar que cresce na base do pecíolo de algumas folhas.
- Estrigoso** – superfície coberta por pelos agudos, adpressos e rígidos.
- Exina** – camada externa da parede do grão de pólen, que é altamente resistente a ácido fortes e bases, e é composta primariamente por esporolenina.
- Falcado** – o mesmo que **falciforme**.
- Falciforme** – estrutura com formato de foice.
- Fauce** – abertura do tubo da corola.
- Fimbriada** – estrutura com margens finamente recortadas, como franjas.
- Foliácea** – semelhante a folha.
- Folíolo** – nas folhas compostas, cada um dos segmentos da lâmina.
- Folíólulo** – nome dado ao folíolo em uma folha bipinada.
- Gandular** – referente a glândulas, ou que tem glândulas.
- Gema** – região do ramo localizado na axila de uma folha, de onde é formado um novo ramo, geralmente protegido por escamas (pequenas folhas duras).
- Geniculado** – dobrado em forma de joelho.
- Giba** – saliência na corola em forma de corcunda.
- Gibosa** – provido de **giba**.
- Gineceu** – órgão feminino da flor, formada pelo ovário, **estilete** e **estigma**.
- Glabra** – superfície desprovida de **tricomas**.
- Glabrescente** – superfície quase desprovida de **tricomas**, geralmente pela queda dos mesmos.
- Glomérulo** – tipo de inflorescência cimosa, com flores curto pediceladas e condensadas formando uma estrutura globosa.
- Gluma** – bráctea estéril localizada na base da espiguetas de Poaceae, geralmente aos pares.
- Gramínea** – sinônimo popular utilizado para Poaceae. Gramínea é nome alternativo reconhecido pelo Código de Botânica como aceito.
- Hemiepífita** – planta **epífita**, mas cujas raízes alimentadoras crescem e mantêm conexão com o solo.
- Hilo** – região de contato do óvulo (ou semente) com o funículo ou placenta.
- Hipanto** – tecido formado pela fusão das sépalas, pétalas e estames.
- Hipocrateriforme** – corola gamopétala em forma de tubo longo e estreita com o ápice expandido e patente.
- Hirsutos** – superfície composta por tricomas longos e eretos.

Igapó – tipo de vegetação típico da Floresta Amazônica, caracterizado por situar-se em terrenos frequentemente inundados.

Indeiscente – diz-se do fruto que não se abre espontaneamente.

Inerme – desprovido de meios de defesa.

Inflorescência – conjunto de flores e outras estruturas associadas a estas.

Infundibuliforme – em forma de funil, geralmente se aplica a corola tubular que se alarga gradualmente da base para o ápice.

Lalongado – descreve a forma de uma abertura alongada transversalmente.

Lâmina (folha) – parte plana, geralmente compõe a maior parte da folha.

Lanceolada – folha ou outra estrutura foliar em forma de lança, muito mais longa do que larga, mais larga na região mediana estreitando em direção ao ápice.

Latescente – que produz **látex**.

Látex – substância leitosa ou incolor, produzida pelas partes aéreas da planta e liberada após o rompimento dos tecidos.

Laxa – termo geralmente utilizado para inflorescência, em que as flores são esparsamente dispostas.

Legume – tipo de fruto seco que se abre pelas bordas em duas valvas, típico das leguminosas (Fabaceae ou Leguminosae), também chamado de vagem.

Leguminosa – nome popular a todas as plantas com fruto tipo legume.

Lenticela – estrutura que pode ocorrer em diversos órgãos vegetais e que propicia trocas gasosas.

Lígula – estrutura laminar, em forma de língua, geralmente **membranoso** ou **piloso** que ocorre entre a lâmina e a base das folhas em Poaceae.

Linear – folha ou outro órgão foliar com forma estreita e margens paralelas.

Lobada – folha simples com lâmina provida de lobos, ou corola com pétalas unidas e porção superior livre, formando lobos.

Lofada – descreve grão de pólen com a **exina** externa elevada formando um padrão de cadeias circundada por depressões.

Lolongado – descreve a forma de uma abertura alongada longitudinalmente.

Lomento – tipo de fruto indeiscente que segmenta-se transversalmente, encontrado em algumas leguminosas (Fabaceae).

Lúmen – um espaço enclausurado por um muri.

Lumina – é o plural de **lúmen**, que refere-se a um espaço enclausurado por um **Muri** – plural de murus.

Marmorada – estrutura com padrão de manchas irregulares semelhante ao mármore.

Membranoso – de consistência fina e flexível.

Mericarpo – no fruto **esquizocarpo**, os carpelos isolados que são liberados após a maturação.

Mesoabertura – porção mediana de uma abertura composta na qual há também uma **ecto** e **endoabertura**.

Microreticulada – descreve um padrão em rede da **exina**, composto de **lumina** menores que 1µm.

Mônade – grãos de pólen que são dispersos como uma unidade individual.

Murus – parte da ornamentação do grão de pólen e, por exemplo, separa a lumina de um grão de pólen reticulado ou estriado.

Nervuras – elevações evidentes nas folhas e em outros órgãos foliares, resultante da associação dos vasos do xilema e do floema (elementos de vascularização).

Nó – região do caule onde nascem ramos, folhas ou flores.

Nodulação radicular – formação de **nódulos radiculares**.

Nódulos radiculares – porções entumescidas que se formam em raízes devido à associação com bactérias capazes de fixar o nitrogênio livre da atmosfera.

Oblanceolada – folha cuja forma lembra uma lança, com a região próximo à base mais estreita e próximo ao ápice mais larga.

Oblongo – estrutura mais longa que larga e com as margens quase paralelas.

Oboval – em forma de ovo, mas a parte mais larga é voltada para o ápice.

Ombrófila – vegetação típica de floresta úmida, também denominada floresta pluvial.

Opostas (folhas) – aos pares que saem do mesmo ponto (nó) do ramo (contrário de **alternas**).

Orbicular – em forma circular.

Ovada – estrutura em forma de ovo, usada mais para estruturas tridimensionais.

Oval – em forma de ovo, geralmente usadas para estruturas planas como as folhas.

Ovoide – o mesmo que ovada.

Palhete – de coloração semelhante a palha.

Palmada – folha composta em que os **folíolos** partem do mesmo ponto, ou simples com **lobos** semelhantes a palma da mão.

Panicula – tipo de inflorescência com um eixo principal que se ramifica em outros ramos florais (pedúnculos) laterais.

Pantoporado – grãos de pólen com poros dispersos por toda a superfície, formando às vezes um padrão regular.

Papila – saliência epidérmica com forma de pequeno dedo.

Papiloso – superfície portando **papilas**.

Papiráceo – estrutura com consistência de papel.

Pápus – cálice modificado, presente no ápice do ovário, típico de Asteraceae.

Parasincolp(or)ado – descreve grãos de pólen nos quais os ápices do colpo ramificam-se em direção aos pólos.

Pecíolo – parte da folha que liga a lâmina ao ramo, geralmente estreito e cilíndrico.

Pedicelo – parte da inflorescência que a liga a flor, geralmente cilíndrico e estreito. Daí o termo pedicelado provido de pedicelo, e que se opõe a flor sésstil, sem pedicelo.

Pedúnculo – eixo que sustenta a flor ou fruto.

Perene (planta) – com ciclo de vida que ocorre em período maior do que um ano.

Peroblató – parâmetro de forma dos grãos de pólen no qual a razão entre o eixo polar e equatorial é menor que 0.5

Piloso – superfície composta por tricomas.

Pinada – folhas compostas, subdividida em **folíolos** ou pinas.

Pistilo – unidade básica da estrutura feminina da flor.

Políade – unidade de dispersão composta de mais de quatro grãos de pólen.

Poricida – abertura das anteras por meio de poros, geralmente apical.

Prolato – parâmetro de forma dos grãos de pólen no qual a razão entre o eixo polar e equatorial situa-se entre 1.33 e 2.00.

Prostrado – planta com ramos que se dispõem deitados sobre o solo.

Pruína – camada muito fina de cera que reveste órgãos vegetais conferindo um aspecto alvacentos.

Pruínosa – coberto de pruína.

Psilada – descreve grãos de pólen com a superfície lisa.

Pubescente – superfície composta por tricomas curtos e finos.

Punctada – descreve grãos de pólen com perfurações alongadas no teto menores que 1µm de diâmetro ou comprimento.

Raio (flores do) – flores centrais do **capítulo**, encontradas em Asteraceae.

Ráquis – eixo principal de uma inflorescência.

Reflexa – estrutura dobrada para fora.

Reniforme – em forma de rim, termo geralmente utilizado para folhas.

Reticulada – superfície provida de nervuras ou de saliências entrecortadas, semelhante a uma rede, como ocorre em algumas sementes ou exina de grão de pólen.

Retuso – diz-se do ápice com formato arredondado e com pequena depressão na região mediana.

Rizoma – caule subterrâneo que cresce geralmente horizontalmente, produzindo ramos ou folhas.

Romboide – estrutura tridimensional com forma de losango, ou seja, um quadrilátero cujos ângulos não são retos, com os lados opostos iguais e os contíguos diferentes.

Roseta – caule curto com entrenós (região do ramo entre os pontos que nascem as folhas) muito estreitos, parecendo que as folhas saem todas do mesmo ponto.

Rotácea – corola com pétalas ou cálice com sépalas unidas só na base, com tubo ausente ou muito curto.

Sacciiforme – estrutura em forma de saco.

Sâmara – fruto simples, seco, indeiscente, provido de uma ou mais alas.

Samaroide – estrutura que lembra uma sâmara, mas cujas alas podem envolver toda a semente.

Sarcotesta – camada carnosa desenvolvida a partir da parte externa da semente.

Semidecídua – diz-se da planta ou vegetação que perde parcialmente suas folhas anualmente.

- Sépalas** – cada um dos segmentos do **cálice**, localizados por fora da **corola**, e geralmente verdes.
- Sériceo** – coberto de pelos finos, geralmente curtos e aplicados sobre a superfície do órgão que tem brilho de seda.
- Séssil** – diretamente ligado ao eixo principal, desprovido de pecíolo, pedicelo, etc.
- Sincolpado** – descreve grãos de pólen nos quais os ápices do colpo ramificam-se em direção aos pólos, onde se fundem.
- Sinflorescência** – reunião de inflorescências simples em conjuntos maiores, v. Poaceae
- Subprolato** – parâmetro de forma dos grãos de pólen no qual a razão entre o eixo polar e equatorial situa-se entre 1.14-1.33.
- Subulada(o)** – com forma que apresenta estreitamento em direção ao ápice terminando em um ponta fina.
- Suculento** – estrutura vegetal espessa e carnosa.
- Sulcado** (1-sulcado, 2-sulcado, 3-sulcado ...) – remete à sulco, que é uma ectoabertura alongada latitudinal situada no polo distal ou proximal de um grão de pólen.
- Tétrade** – um termo geral para um grupo de quatro grãos de pólen unidos como unidade de dispersão ou como um estágio de desenvolvimento.
- Tetrâmera** – flores com quatro verticilos, geralmente utilizados para pétalas ou sépalas.
- Touceira** – crescimento referente a plantas **cespitosas**.
- Tricoma** – proliferação de células epidérmicas, uni- ou multicelulares com formas e funções variadas e conhecidos popularmente com o nome de pelos.
- Tricotomosulcado** – descreve grãos de pólen com três sulcos fundidos em forma de Y.
- Trifoliolada** – folha composta, formada por três folíolos.
- Trilobada(o)** – folha simples com três lobos (ver **lobada**).
- Trística** – filotaxia alterna em que encontram-se três folhas no mesmo **verticilo**, separadas por 120°
- Unguiculada** – pétala com base estreita e ápice arredondado, em formato de unha.
- Unisseminado** – que possui uma única semente.
- Várzea** – planície em um vale extenso, que sofre alagamentos periódicos.
- Verticilo** – um ciclo em um eixo caulinar, onde se inserem uma ou mais estruturas foliares ou florais no mesmo nível.
- Viloso** – superfície coberta por pelos longos.
- Vinácea** – cor de vinho.
- Volúvel** – planta com ramo trepador que se enrola em torno de um suporte.

Índice de nomes científicos e populares

- Abacaxi-da-canga, 97
Açaí, 71
Alcaçuz, 157
Amasonia lasiocaulos, 175
Amendoim-de-veado, 165
Anacardium occidentale, 57, 264
Anadenanthera peregrina, 127
Ananas ananassoides, 97
Andiroba, 201
Anemopaegma carajasensis, 89
Angico, 127
Antúrio-da-canga, 65
Anthurium lindmanianum, 65
Aparisthmium cordatum, 117
Apeiba tibourbou, 187
Assa-peixe-da-canga, 83
Aspilia attenuata, 79
Attalea maripa, 67
Attalea speciosa, 69
Azul-da-canga, 233
Babaçu, 69
Bacaba, 75
Bacupari, 239
Bauhinia pulchella, 129
Begônia, 87
Begonia saxicola, 87
Bellucia grossularioides, 195
Bertholletia excelsa, 54, 179
Bixa orellana, 95
Borreria alata, 227
Borreria elaiosculcata, 229
Botão-da-canga, 229
Buritirana, 73
Byrsonima chrysophylla, 183
Cafezinho-da-canga, 213
Cajueiro, 57
Callisthene microphylla, 255
Camptosema ellipticum, 131
Canela-de-ema, 249
Canudo-de-pito, 121
Carapa guianensis, 201
Caryocar villosum, 2, 101
Castanheira, 179
Cavalcantia glomerata, 81
Cebolinha-brava, 103
Cecropia palmata, 247
Centrosema carajasense, 133
Cereja-do-campo, 205
Cereus hexagonus, 99
Chamaecrista nictitans, 135
Chocalho-de-cobra, 139
Cipó-olho-de-boi, 141
Cissus erosa, 253
Clusia panapanari, 103
Copaia, 93
Copaíba-do-cerrado, 137
Copaífera martii, 137
Coroanha, 141
Crotalaria maypurensis, 139
Croton aff. *subferrugineus*, 119
Cuitelinho, 131
Cumarú, 143
Cuphea carajasensis, 181
Daphnopsis filipedunculata, 245
Dioclea apurensis, 34, 46, 141
Dormideira, 153
Dypterix odorata, 143
Embaúba, 247
Emmotum nitens, 203
Enterolobium maximum, 145,
Enterolobium schomburgkii, 147
Envira-caju, 61
Erva-cidreira-da-canga, 251
Erva-de-lagarto, 227
Erva-de-rato, 231
Erythroxylum nelson-rosae, 115
Escova-de-macaco, 187
Eugenia puniceifolia, 205
Euterpe oleracea, 71
Faia, 203
Fava-bolacha, 145
Fava-de-paca, 163
Faveiro-da-canga, 155
Ficheira, 159
Flor-de-Carajás, 105
Gnetum nodiflorum, 169
Goiaba-de-anta, 195
Guamirim, 207
Guatteria punctata, 61
Guazuma ulmifolia, 189
Handroanthus serratifolius, 91
Imbaúba-vermelha, 247
Inajá, 67
Ipê-da-canga, 89
Ipê-cascudo, 91
Ipomoea cavalcantei, 105
Ipomoea marabaensis, 107
Ipomoea maurandoides, 109
Ituá, 169
Jaborandi, 237
Jaborandi-da-canga, 235
Jacaranda copaia, 93
Jetirana-da-canga, 133
Jitirana, 109
Jitirana-de-folha-fina, 107

- João-mole, 209
 Jurema, 149
 Lacre, 173
 Lacre-amarelo, 171
 Lanterna, 185
 Leiteiro, 125
Lepidaploa paraensis, 83
Lippia grata, 251
 Lobeira, 243
Lophanthera lactescens, 185
Mabea angustifolia, 121
 Malvarisco, 191
 Mandacaru-da-canga, 99
 Mandioca-selvagem, 123
 Manduira, 161
Manihot quinquepartita, 123
 Margarida-amarela, 79
 Maria-dorme-dorme, 135
 Marmeleiro-da-canga, 119
 Marupá, 241
Mauritiella armata, 73
Melochia splendens, 191
 Mentrasto-da-canga, 81
Mesosetum filifolium, 215
Miconia cuspidata, 197
Mimosa acutistipula var. *ferrea*, 29, 46, 49, 149
Mimosa acutistipula var. *skinneri* 20
Mimosa skinneri var. *carajaram*, 151
Mimosa somnians, 153
 Mimosa-da-canga, 151
Monogereion carajensis, 85
 Murici-da-canga, 183
 Mutamba, 189
Myrcia multiflora, 207
Neea oppositifolia, 209
Norantea guianensis, 193
Oenocarpus distichus, 75
 Orelha-de-macaco, 147
 Orquidea-bambu, 211
Paepalanthus fasciculoides, 113
Palicourea guianensis, 231
 Paricá, 159,
Parkia platycephala, 42, 46, 155
Paspalum cinerascens, 45, 217
Paspalum lanciflorum, 45, 219
 Pata-de-vaca-miúda, 129
 Pau-de-facho, 117
 Pau-pombo-da-canga, 115
 Paxiúba, 77
 Pegajosa-lilás, 85
 Peninha, 135
 Pente-de-macaco-da-folha-peluda, 187
Perama carajensis, 233
Periandra mediterranea, 157
 Pequiá, 101
Picramnia ferrea, 213
Pilocarpus carajaensis, 235
Pilocarpus microphyllus, 4, 46, 237
 Pimenta-de-macaco, 63
 Pinheirinho-da-canga, 113
 Piquiá, 101
 Pixirica, 197
Pleroma carajasense, 199, 256
Pouteria ramiflora, 239
 Quaresmeira-da-canga, 199
 Rabo-de-arara, 193
 Rabo-de-galo, 175
Rhynchospora barbata, 111
Rhytachne gonzalezii, 221
Sapium argutum, 125
Schizolobium parahyba var. *amazonicum*, 159
Senna macranthera, 161
 Sete-pernas, 77
 Sete-sangrias-da-canga, 181
Simarouba amara, 241,
Sobralia liliastrum, 211
Socratea exorrhiza, 77
Solanum crinitum, 243
Spondias mombin, 59
Sporobolus multiramosus, 223,
Stryphnodendron pulcherrimum, 163
Stylosanthes capitata, 165
 Tamboril, 145
 Taperebá, 59
 Tachi, 167
Tachigali vulgaris, 167
 Taquari, 121
 Tarumã, 177
 Tiririca, 111
Trichantheum cf. *arctum*, 16, 24, 225,
 Urucum, 95
 Uva-da-canga, 253
 Vassourinha-da-canga, 255
Vellozia glauca, 249
 Vem-cá-meu-bem, 149
Vismia cayennensis, 171
Vismia schultesii, 173
Vitex triflora, 177
Xylopia aromatica, 63

Referências

1. Skirycz, A. *et al.* Canga biodiversity, a matter of mining. *Front. Plant Sci.* **5**, 1–9 (2014).
2. Wang, K., Lin, Z. & Zhang, R. Impact of phosphate mining and separation of mined materials on the hydrology and water environment of the Huangbai River basin, China. *Sci. Total Environ.* **543**, 347–356 (2016).
3. Gastauer, M. *et al.* Mine land rehabilitation: Modern ecological approaches for more sustainable mining. *J. Clean. Prod.* **172**, 1409–1422 (2018).
4. Skousen, J. & Zipper, C. E. Revegetation Species and Practices. *Virginia Coop. Ext.* **466**, 1–18 (2010).
5. Cristescu, R. H., Frère, C. & Banks, P. B. A review of fauna in mine rehabilitation in Australia: Current state and future directions. *Biol. Conserv.* **149**, 60–72 (2012).
6. Siqueira, J. O., Soares, C. R. F. S. & Silva, C. A. Matéria orgânica em solos de áreas degradadas. in *Fundamentos da matéria orgânica do solo - Ecossistemas tropicais e subtropicais* (eds. Santos, G. A., Silva, L. S., Canellas, L. P. & A.O., C. F.) 495–524 (Metrópole Editora Ltda, 2008).
7. Fernandes, G. W., Toma, T. S. P., Angrisano, P. & Overbeck, G. Challenges in the Restoration of Quartzitic and Ironstone Rupestrian Grasslands BT - Ecology and Conservation of Mountaintop grasslands in Brazil. in (ed. Fernandes, G. W.) 449–477 (Springer International Publishing, 2016). doi:10.1007/978-3-319-29808-5_19
8. Holl, K. D. & Aide, T. M. When and where to actively restore ecosystems? *For. Ecol. Manage.* **261**, 1558–1563 (2011).
9. Carvalho, J. M. *et al.* Influence of nutrient management on growth and nutrient use efficiency of two plant species for mineland revegetation. *Restor. Ecol.* 1–8 (2017). doi:10.1111/rec.12572
10. Giannini, T. C. *et al.* Selecting plant species for practical restoration of degraded lands using a multiple-trait approach. *Austral Ecol.* **42**, 510–521 (2017).
11. Santos, B. A. Recursos Minerais. in *Carajás: desafio político, ecologia e desenvolvimento* 294–361 (CNPq, 1986).
12. Lawrence, D. *Environmental Impact Assessment: Practical Solution to Reoccurring Problems*. (John Wiley and Sons Ltd, 2003).

13. ICMBio. *Compensação Ambiental*. (2018).
14. Vale. *Relatório de Sustentabilidade 2017*. (2017).
15. Vale. *Relatório anual de desempenho ambiental 2017 do Complexo S11D Eliezer Batista. Volume 2. Meio biótico e plano de recuperação de áreas degradadas. Capítulo: Plano de compensação ambiental*. (2017).
16. James, A. *et al.* What Role Should Government Regulation Play in Ecological Restoration? Ongoing Debate in São Paulo State, Brazil. *Restor. Ecol.* **19**, 690–695 (2011).
17. Higgs, E. *et al.* The changing role of history in restoration ecology. *Front. Ecol. Environ.* **12**, 499–506 (2014).
18. S., S. M. & Giselda, D. Indicators of restoration success in riparian tropical forests using multiple reference ecosystems. *Restor. Ecol.* **23**, 238–251 (2014).
19. Casazza, M. L. *et al.* Endangered species management and ecosystem restoration: finding the common ground. *Ecol. Soc.* **21**, art19 (2016).
20. Chazdon, R. L., Broadbent, E. N., Rozendaal, D. M. A., Bongers, F. & *et al.* Carbon sequestration potential of second-growth forest regeneration in the Latin American tropics. *Sci. Adv.* **2**, e1501639 (2016).
21. Mesquita, C. A. B. *et al.* COOPLANTAR: A Brazilian Initiative to Integrate Forest Restoration with Job and Income Generation in Rural Areas. *Ecol. Restor.* **28**, 199–207 (2010).
22. Cruz, R. E. & Segura, R. B. Developing the Bioliteracy of School Children for 24 Years: A Fundamental Tool for Ecological Restoration and Conservation in Perpetuity of the Área de Conservación Guanacaste, Costa Rica. *Ecol. Restor.* **28**, 193–198 (2010).
23. Paradella, W. R. *et al.* Mapping surface deformation in open pit iron mines of Carajás Province (Amazon Region) using an integrated SAR analysis. *Eng. Geol.* **193**, 61–78 (2015).
24. Corlett, R. T. Restoration, Reintroduction, and Rewilding in a Changing World. *Trends Ecol. Evol.* **31**, 453–462 (2016).
25. Feeley, K. J. & Silman, M. R. Disappearing climates will limit the efficacy of Amazonian protected areas. *Divers. Distrib.* **22**, 1081–1084 (2016).
26. Simberloff, D. We can eliminate invasions or live with them. Successful management projects. *Ecol. Impacts Non-Native Invertebr. Fungi Terr. Ecosyst.* 149–157 (2009). doi:10.1007/978-1-4020-9680-8_11
27. Urban, M. C. Accelerating extinction risk from climate change. *Science (80-.)*. **348**, 571 LP-573 (2015).
28. Hobbs, R. J., Higgs, E. & Harris, J. A. Novel ecosystems: implications for conservation and restoration. *Trends Ecol. Evol.* **24**, 599–605 (2009).

29. Morse, N. B. *et al.* Novel ecosystems in the Anthropocene: A revision of the novel ecosystem concept for pragmatic applications. *Ecol. Soc.* **19**, (2014).
30. Morrison, E.B. & Lindell, C.A. Active or Passive Forest Restoration? Assessing Restoration Alternatives with Avian Foraging Behavior. *Restor. Ecol.* **19**, 170–177 (2010).
31. Chazdon, R. L. Tropical forest regeneration. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat* **7**, 195–218 (2012).
32. Hall, J. S., Ashton, M. S., Garen, E. J. & Jose, S. The ecology and ecosystem services of native trees: Implications for reforestation and land restoration in Mesoamerica. *For. Ecol. Manage.* **261**, 1553–1557 (2011).
33. Moraes, L. F. D., Assumpção, J. M. & Pereira, T. S. *Manual técnico para a restauração de áreas degradadas no Estado do Rio de Janeiro*. (Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013).
34. Soares, A. A. V., Botelho, S. A., Davide, A. C. & Faria, J. M. R. Influence of ecological group composition, plantationspacing and arrangement in the restoration of riparian forest on reservoir shores. *Ciência Florest.* **26**, 1107–1118 (2016).
35. DellaSala, D. A. *et al.* A Citizen's Call for Ecological Forest Restoration: Forest Restoration Principles and Criteria. *Ecol. Restor.* **21**, 14–23 (2003).
36. Sartori, R. A. *Guia Prático para Elaboração de Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) em APP*. (2015).
37. Walker, L. R., Walker, J. & Hobbs, R. J. *Linking Restoration and Ecological Succession*. New York (2007). doi:10.1306/74D725FE-2B21-11D7-8648000102C1865D
38. Boanares, D. & Azevedo, C. S. de. The use of nucleation techniques to restore the environment: a bibliometric analysis. *Nat. Conserv.* **12**, 93–98 (2014).
39. Vogel, H. F., Campos, J. B. & Bechara, F. C. Early Bird Assemblages under Different Subtropical Forest Restoration Strategies in Brazil: Passive, Nucleation and High Diversity Plantation. *Trop. Conserv. Sci.* **8**, 912–939 (2015).
40. Gaertner, M., Fisher, J., Sharma, G. & Esler, K. Insights into invasion and restoration ecology: Time to collaborate towards a holistic approach to tackle biological invasions. *NeoBiota* **12**, 57–76 (2012).
41. Ehrenfeld, J. G. Ecosystem Consequences of Biological Invasions. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* **41**, 59–80 (2010).
42. Kollmann, J. *et al.* Integrating ecosystem functions into restoration ecology—recent advances and future directions. *Restor. Ecol.* **24**, 722–730 (2016).
43. Derhé, M. A., Murphy, H., Monteith, G. & Menéndez, R. Measuring the success of reforestation for restoring biodiversity and ecosystem functioning. *J. Appl. Ecol.* **53**, 1714–1724 (2016).
44. Techtmann, S. M. & Hazen, T. C. Metagenomic applications in environmental monitoring and bioremediation. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* **43**, 1345–1354 (2016).

45. Prinzing, A. *et al.* Less lineages - More trait variation: Phylogenetically clustered plant communities are functionally more diverse. *Ecol. Lett.* **11**, 809–819 (2008).
46. Navarro-Cano, J. A. *et al.* Restoring phylogenetic diversity through facilitation. *Restor. Ecol.* **24**, 449–455 (2016).
47. Meerdink, S. K. *et al.* Linking seasonal foliar traits to VSWIR-TIR spectroscopy across California ecosystems. *Remote Sens. Environ.* **186**, 322–338 (2016).
48. Giulietti, A. M., Abreu, I., Viana, P. L., Furtini Neto, A. E., Siqueira, J. O., Pastore, M., Harley, R., Mota, N. F. O., Watanabe, M. T. C., Zappi, D. C. *Guia das Espécies Invasoras e outras que requerem manejo e controle no S11D, Floresta Nacional de Carajás, Pará*. Instituto Tecnológico Vale, Belém (2018).
49. Hall, C. F. & Gil, A. dos S. B. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Anacardiaceae. *Rodriguésia* **68**, 911–916 (2017).
50. Lobão, A. Q. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Annonaceae. *Rodriguésia* **67**, 1205–1209 (2016).
51. Coelho, M. A. N. Flora of the canga of Serra dos Carajás, Pará, Brazil: Araceae. *Rodriguésia* **69**, 25–40 (2018).
52. Hiura, A. L. & Rocha, A. E. S. da. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Arecaceae. *Rodriguésia* **69**, 41–48 (2018).
53. Cruz, A. P. O., Viana, P. L. & Santos, J. U. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Asteraceae. *Rodriguésia* **67**, 1211–1242 (2016).
54. Kollmann, L. J. C. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Begoniaceae. *Rodriguésia* **67**, 1247–1252 (2016).
55. Lohmann, L. G., Firetti, F. & Gomes, B. M. Flora of the canga of the Serra dos Carajás, Pará, Brazil: Bignoniaceae. *Rodriguésia* **69**, 1063–1079 (2018).
56. Fernandes Júnior, J. A. & Gil, A. dos S. B. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Bixaceae. *Rodriguésia* **68**, 917–920 (2017).
57. Monteiro, R. F. & Forzza, R. C. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Bromeliaceae. *Rodriguésia* **67**, 1253–1265 (2016).
58. Zappi, D. C. & Taylor, N. P. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Cactaceae. *Rodriguésia* **68**, 925–929 (2017).
59. Nunes, C. de S. & Gil, A. dos S. B. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Caryocaraceae. *Rodriguésia* **67**, 1281–1283 (2016).
60. Alencar, A. C. & Marinho, L. C. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Clusiaceae. *Rodriguésia* **68**, 935–944 (2017).
61. Simão-Bianchini, R. *et al.* Flora of the cangas of the Serra dos Carajás, Pará, Brazil: Convolvulaceae. *Rodriguésia* **67**, 1301–1318 (2016).
62. Wood, J. R. I. *et al.* Ipomoea (Convolvulaceae) in Bolivia. *Kew Bull.* **70**, 31 (2015).

63. Nunes, C. de S., Bastos, M. de N. do C. & Gil, A. dos S. B. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Cyperaceae. *Rodriguésia* **67**, 1329–1366 (2016).
64. Watanabe, M. T. C. *et al.* Flora of the cangas of Serra dos Carajás, Pará, Brazil: Eriocaulaceae. *Rodriguésia* **68**, 965–978 (2017).
65. Costa-Lima, J. L. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Rhizophoraceae. *Rodriguésia* **69**, 205–207 (2018).
66. Correia, J. L., Secco, R. S. & Gurgel, E. S. C. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Euphorbiaceae. *Rodriguésia* **69**, 59–75 (2018).
67. Mattos, C. M. J. de *et al.* Flora of the canga of the Serra dos Carajás, Pará, Brazil: Leguminosae. *Rodriguésia* **69**, 1147–1220 (2018).
68. Mota, N. F. de O. & Giulietti, A. M. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Gnetaceae. *Rodriguésia* **67**, 1191–1194 (2016).
69. Marinho, C. Flora das cangas de Carajás: Hypericaceae. *Rodriguésia* **68**, 979–986 (2017).
70. Harley, R. M. Flora of the cangas of the Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Lamiaceae. *Rodriguésia* **67**, 1381–1398 (2016).
71. Cavalcanti, T. B. *et al.* Flora of the cangas of the Serra dos Carajás, Pará, Brazil: Lythraceae. *Rodriguésia* **67**, 1411–1415 (2016).
72. Amorim, A. M., Vasconcelos, L. V. & Silva Júnior, S. Flora of the canga of the Serra dos Carajás, Pará, Brazil: Malpighiaceae. *Rodriguésia* **69**, 1221–1235 (2018).
73. Fernandes-Júnior, F. & Cruz, A. P. O. Flora of the canga of the Serra dos Carajás, Pará, Brazil: Malvaceae. *Rodriguésia* **69**, 1237–1254 (2018).
74. Viana, P. L. & Cruz, A. P. O. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Marcgraviaceae. *Rodriguésia* **68**, 991–995 (2017).
75. Rocha, K. C. de J., Goldenberg, R., Meirelles, J. & Viana, P. L. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Melastomataceae. *Rodriguésia* **68**, 997–1034 (2017).
76. 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**, 233–242 (2017).
77. Cruz, A. P. O. & Viana, P. L. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Metteniusaceae. *Rodriguésia* **67**, 1427–1429 (2016).
78. Trindade, J. R. *et al.* Flora of the canga of the Serra dos Carajás, Pará, Brazil: Myrtaceae. *Rodriguésia* **69**, 1259–1277 (2018).
79. Koch, A. K., Miranda, J. C. & Hall, C. F. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Orchidaceae. *Rodriguésia* **69**, 165–188 (2018).
80. Pirani, J. R. & Devecchi, M. F. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Picramniaceae. *Rodriguésia* **67**, 1447–1449 (2016).

81. Viana, P. L. *et al.* Flora of the canga of the Serra dos Carajás, Pará, Brazil: Poaceae. *Rodriguésia* **69**, 1311–1368 (2018).
82. Giulietti, A. M. & Nogueira, M. G. C. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Nyctaginaceae. *Rodriguésia* **68**, 1045–1051 (2017).
83. Zappi, D. C., Miguel, L. M., Sobrado, S. V. & Salas, R. M. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Rubiaceae. *Rodriguésia* **68**, 1091–1137 (2017).
84. Pirani, J. R. & Devecchi, M. F. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Rutaceae. *Rodriguésia* **69**, 209–217 (2018).
85. Terra-Araujo, M. & Zappi, D. C. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Sapotaceae. *Rodriguésia* **69**, 241–243 (2018).
86. Devecchi, M. F. & Pirani, J. R. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Simaroubaceae. *Rodriguésia* **67**, 1471–1476 (2016).
87. Giacomini, L. L., Gomes, E. S. C. Flora of the canga of the Serra dos Carajás, Pará, Brazil: Solanaceae. *Rodriguésia* **69**, 1373–1396 (2018).
88. Mota, N. F. O. & Giulietti, A. M. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Thymelaeaceae. *Rodriguésia* **67**, 1481–1484 (2016).
89. Gagliotti, A. L., Almeida-Scabbia, R. J. de & Romaniuc-Neto, S. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Urticaceae. *Rodriguésia* **67**, 1485–1492 (2016).
90. Mello-Silva, R. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Velloziaceae. *Rodriguésia* **69**, 259–262 (2018).
91. Cardoso, P. H. *et al.* Flora of the canga of the Serra dos Carajás, Pará, Brazil: Verbenaceae. *Rodriguésia* **69**, 1397–1403 (2018).
92. Lombardi, J. A. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Vitaceae. *Rodriguésia* **67**, 1493–1497 (2016).
94. Shimizu, G. H. & Gonçalves, D. J. P. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Vochysiaceae. *Rodriguésia* **68**, 1159–1164 (2017).
95. Punt, W., Hoen, P. P., Blackmore, S., Nilsson, S. & Le Thomas, A. Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology* 143: 1–81 (2007).
96. Ferri, M. G., Menezes, N. L. & Monteiro-Scanavacca, W.R.M. 1978. *Glossário Ilustrado de Botânica*. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo (1978).
97. Beentje, H. 2010. *The Kew Plant Glossary: an illustrated dictionary of plant terms*. Kew Publishing. Royal Botanic Gardens, Kew (2010).
98. Gonçalves, G. & Lorenzi, H. 2007. *Morfologia vegetal: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares*. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, Nova Odessa (2017).

Créditos

Fotografia

A. Furtini 13
A. Simões 100 (direita), 160 (acima), 208
A. Teixeira 170 (acima)
D. Sasaki 58 (abaixo), 142 (acima), 158 (acima e direita), 170 (abaixo), 202 (acima), 230 (acima)
D. Zappi 56, 58 (acima), 60 (abaixo), 62 (acima), 68, 74 (abaixo), 76, 84 (esquerda), 86 (acima e esquerda), 88 (abaixo), 92, 94, 98 (acima), 98 (esquerda), 104 (acima), 108 (direita e abaixo), 114 (esquerda), 116, 120 (abaixo), 122, 124 (acima), 128 (abaixo), 130 (abaixo), 134, 136 (abaixo), 138, 140 (direita e esquerda, abaixo), 142 (abaixo), 146 (acima e centro), 150 (acima), 154 (esquerda), 156 (acima), 160 (abaixo), 164, 166 (acima, direita), 172, 176, 180, 182 (direita), 186 (abaixo), 188, 192 (direita), 194, 198 (abaixo), 200, 202 (abaixo), 204 (acima), 210 (direita), 226, 228 (direita), 232 (abaixo), 236 (acima e direita), 238 (acima e direita), 242, 246, 248 (centro e abaixo), 252 (abaixo), 254 (acima, centro e direita), 262, 264
C. Hall 156 (abaixo), 190 (acima e esquerda)
F. H. F. Nascimento 114 (direita)
F. Santos 244 (direita)
G. Henicka 144
J. Lovo 64, 166 (esquerda)
J. M. Rosa 2, 4, 12, 20, 34, 42, 54, 66, 70, 72, 74 (acima), 86 (esquerda), 88 (acima), 98 (abaixo), 98 (acima), 100, 102, 104 (esquerda), 106 (direita), 108 (esquerda), 110, 112, 120 (acima), 128 (acima), 130 (acima), 136 (acima), 140 (esquerda), 148 (esquerda), 152 (acima e esquerda), 154 (acima e direita), 158 (centro), 174, 178, 182 (abaixo e esquerda), 184 (acima), 192 (acima e esquerda), 210 (acima e esquerda), 236 (esquerda), 238 (esquerda), 244 (esquerda e abaixo), 248 (acima), 250, 252 (acima), 254 (esquerda)

L. Aona 230 (abaixo)
L. Campbell 146 (abaixo)
L. Tyski 162
L. Vasconcelos 114 (acima), 150 (esquerda)
M. Devecchi 242
M.E.L. Lima 132
M. Gastauer 8, 40, 44, 45, 48
M. Mercadante 90 (acima e direita), 158 (acima, esquerda), 184 (abaixo), 186 (acima), 196, M. Pastore 106 (acima e esquerda)
N. Mota 78, 90 (esquerda), 118 (acima), 124 (abaixo), 152 (direita), 212
P. Viana 16, 24, 60 (acima), 80, 82, 84 (direita e abaixo), 104 (direita), 118 (abaixo), 148 (direita e abaixo), 150 (direita), 168, 190 (direita), 198 (acima), 214, 216, 218, 220, 222, 224, 228 (esquerda), 232 (acima), 234, 256
R. Queiroz 126
V. Staggermeier 206
W. Milliken 62 (meio), 204 (abaixo)

Pólen

T. Guimarães

Ilustrações a nanquim

J. Silveira
A. E. S. Rocha (Poaceae)
J. R. Pirani & E. Naruto (Picramniaceae)

Mapa

P. W. Souza-Filho

Projeto gráfico

Tainá Nunes Costa
Ricardo Assis
Negrito Produção Editorial

Z35p

Zappi, Daniela Cristina

Plantas nativas para recuperação de áreas de mineração em Carajás. / Daniela Cristina Zappi ... [et al.]. – Belém, PA: Instituto Tecnológico Vale (ITV), 2018.

282 p.: il.

Bibliografia e índice

ISBN 978-85-94365-04-0

1. Recuperação ambiental – áreas mineradas. 2. Botânica. 3. Complexo Mineral de Carajás – Brasil. I. Título.

CDD 23. ed. 631.64

Bibliotecária responsável: Nisa Gonçalves – CRB 2/525

Daniela Cristina Zappi • Markus Gastauer
• Sílvia Ramos • Sâmia Nunes • Cecílio Frois Caldeira •
Pedro Walfr Souza-Filho • Tasso Guimarães • Tereza
Cristina Giannini • Pedro Lage Viana • Juliana Lovo •
Nara Furtado de Oliveira Mota • José Oswaldo Siqueira

ISBN 978-85-94365-04-0



9 788594 365040