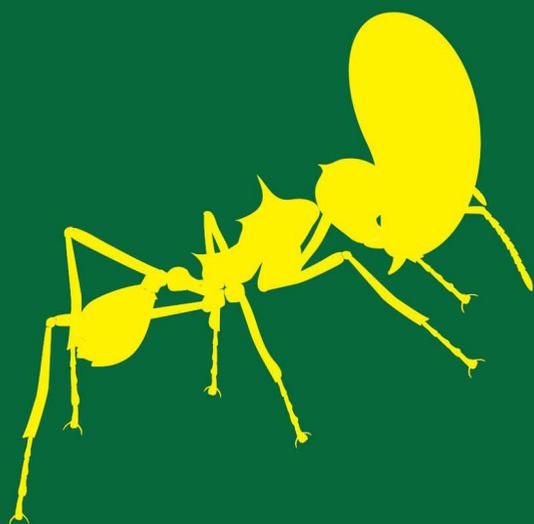
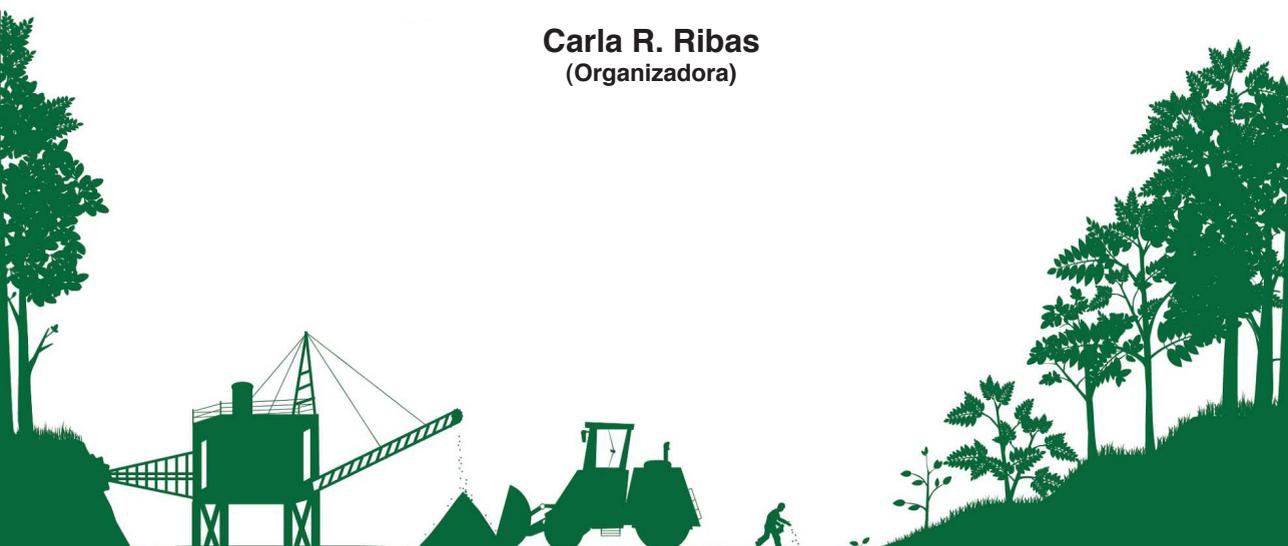


Cartilha para avaliação de impactos ambientais e reabilitação de áreas degradadas baseada em comunidade de formigas e suas interações com plantas

Carla R. Ribas
(Organizadora)



Apoio



Carla R. Ribas (Organizadora)

**Cartilha para avaliação de impactos
ambientais e reabilitação de áreas
degradadas baseada em comunidade de
formigas e suas interações com plantas**

Ananza M. Rabello
Antônio C. M. Queiroz
Carla R. Ribas
Chaim J. Lasmar
Daniel Q. Domingos
Elisangela A. Silva
Ernesto O. Canedo-Júnior
Fernando A. Schmidt
Rafael G. Cuissi
Ricardo R. C. Solar
Rodrigo M. Feitosa



Lavras - MG
2018

© 2018 by Carla R. Ribas.

Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, por qualquer meio ou forma, sem a autorização escrita e prévia dos detentores do copyright.

Direitos de publicação reservados à Editora UFLA.

Impresso no Brasil – ISBN: 978-85-8127-086-9

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

Reitor: José Roberto Soares Scolforo

Vice-Reitora: Édila Vilela de Resende Von Pinho



Editora UFLA

Campus Universitário

Caixa Postal 3037 – 37200-000 – Lavras – MG

Tel: (35) 3829-1532 – Fax: (35) 3829-1551

E-mail: editora@editora.ufla.br

Homepage: www.editora.ufla.br

Diretoria Executiva: Marco Aurélio Carbone Carneiro (Diretor) e Nilton Curi (Vice-Diretor)
Conselho Editorial: Marco Aurélio Carbone Carneiro (Presidente), Nilton Curi, Francisval de Melo Carvalho, Alberto Colombo, João Domingos Scalon, Wilson Magela Gonçalves

Administração: Flávio Monteiro de Oliveira

Secretaria Geral: Késia Portela de Assis

Comercial/ Financeiro: Alice de Fátima Vilela, Ana Carolina Cândida da Silva, Damiana Joana Geraldo Souza, Vítor Lúcio da Silva Naves

Revisão de Texto: Aline Fernandes Melo

Referências Bibliográficas: Editora UFLA

Editoração Eletrônica: Marco Aurélio Costa Santiago, Patrícia Carvalho de Moraes, Renata de Lima Rezende

Ficha catalográfica elaborada pela
Coordenadoria de Processos Técnicos da Biblioteca Universitária da UFLA

Cartilha para avaliação de impactos ambientais e reabilitação de áreas degradadas baseada em comunidade de formigas e suas interações com plantas / Carla R. Ribas, organizadora. – Lavras: Ed. UFLA, 2018.
42 p. : il.

Bibliografia.

1. Recuperação ecológica. 2. Sementes - dispersão. 3. Cerrados. 4. Indicadores ambientais. I. Ribas, Carla R. II. Universidade Federal de Lavras.

CDD - 631.64

Ficha elaborada por Márcio Barbosa de Assis (CRB 6/1930)

Dados dos autores

Ananza M. Rabello

Bióloga - Doutora em Ecologia Aplicada - UFLA
Professora Adjunta da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - PA
ananzamr@gmail.com

Antônio C. M. Queiroz

Biólogo - Doutor em Ecologia Aplicada - UFLA
queirozacm@gmail.com

Carla R. Ribas

Bióloga - Doutora em Entomologia - UFV
Professora Associada da Universidade Federal de Lavras - MG
crribas@gmail.com

Chaim J. Lasmar

Biólogo - Mestre em Ecologia Aplicada - UFLA
Doutorando em Ecologia Aplicada na Universidade Federal de Lavras - MG
chaimlasmar@gmail.com

Daniel Q. Domingos

Biólogo - Mestre em Botânica Aplicada - UFLA
Doutorando em Botânica Aplicada na Universidade Federal de Lavras - MG
quedesbiologo@gmail.com

Elisangela A. Silva

Bióloga - Doutora em Entomologia - UFLA
Bolsista de Pós-doutorado na Universidade Federal de Rondônia / Professora da Faculdade de Rolim de Moura - RO
ellizzahbio@gmail.com

Ernesto O. Canedo-Júnior

Biólogo - Doutor em Entomologia - UFLA
Professor Adjunto da Universidade do Estado de Minas Gerais - MG
ernesto.canedo@uemg.br

Fernando A. Schmidt

Biólogo - Doutor em Entomologia - UFV
Professor Adjunto da Universidade Federal do Acre - AC
schmidt.fa@gmail.com

Rafael G. Cuissi

Agrônomo - Mestre em Ecologia Aplicada - UFLA
Técnico Administrativo em Assuntos Educacionais / Técnico em Agropecuária da Universidade Federal do Mato Grosso - MT
rafaelcuissi@gmail.com

Ricardo R. C. Solar

Biólogo - Doutor em Entomologia - UFV
Professor Adjunto da Universidade Federal de Minas Gerais - MG
ricardosolar@ufmg.br

Rodrigo M. Feitosa

Biólogo - Doutor em Entomologia - USP
Professor Adjunto da Universidade Federal do Paraná - PR
rsmfeitosa@gmail.com



Índice

Para que e para quem serve esta cartilha? _____	7
Como coletar formigas para avaliar o impacto e a reabilitação de áreas mineradas? _____	8
Formigas indicadoras: Espécies associadas a territórios em mineração _____	12
Áreas nativas _____	13
Matas ciliares _____	13
Cangas _____	15
Campos sujos _____	17
Áreas de expansão da mineração: Campos sujos _____	18
Áreas em mineração _____	20
Áreas em reabilitação _____	21
Reabilitação com espécies nativas _____	22
Reabilitação com espécies exóticas _____	23
Cortadeiras: Como manejá-las em ambientes degradados em reabilitação? _____	24
Métodos de controle _____	24
Controle mecânico e cultural _____	25
Controle biológico _____	26
Controle químico _____	26
Dispersão de sementes: O que é necessário saber antes de reabilitar áreas degradadas? _____	27
Sugestões de espécies de plantas nativas do bioma Cerrado, as quais são atrativas e dispersadas por formigas _____	28
Metodologia utilizada para coleta de formigas dispersoras de sementes, bem como para verificar se estas estão desempenhando a remoção de sementes _____	38
Referências bibliográficas _____	40



Para que e para quem serve esta cartilha?

Esta cartilha é um dos produtos do projeto de pesquisa “Biodiversidade e funções ecológicas de formigas – Bioindicação de impactos ambientais e de recuperação de áreas degradadas” – Processo CRA - RDP-00123-10, financiado pela Fapemig e Vale S.A, apoiado também pelo auxílio FAPEMIG - CRA PPM-00243/14. Este projeto foi desenvolvido por pesquisadores e estudantes das instituições: Universidade Federal de Lavras (UFLA), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Universidade Federal do Acre (UFAC), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA) e Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG).

O objetivo do projeto foi avaliar áreas de Cerrado que estão sob impacto da mineração ou em processo de reabilitação ambiental, utilizando a resposta das comunidades de formigas e das principais funções ecológicas mediadas por estas (dispersão de sementes, decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes). A partir dos resultados encontrados podemos fornecer subsídios de forma a diminuir o tempo de amostragem das formigas bioindicadoras, indicar o melhor método e época para coleta dessas formigas, indicar quais variáveis ambientais devem ser mantidas em áreas degradadas ou incrementadas em áreas em reabilitação, além de definir quais são as estratégias de reabilitação que devem ser usadas prioritariamente. Este trabalho fornece subsídios para o manejo de áreas degradadas pela mineração e para a avaliação das diferentes estratégias de reabilitação.

Esta cartilha foi produzida a partir de uma demanda indicada pela parceria com a Vale S.A., com o intuito de facilitar a troca de informações entre os funcionários da empresa que trabalham direta e indiretamente com a reabilitação de áreas degradadas e os pesquisadores que desenvolveram o projeto. Nós, pesquisadores, selecionamos criteriosamente quais seriam as principais informações que poderíamos trabalhar nesta cartilha de forma que ela servisse para que os funcionários da Vale S.A. tivessem uma maior autonomia na avaliação e no manejo de áreas degradadas

pela mineração. Dessa forma, publicamos este trabalho abordando diferentes temas, tais como: 1) qual o método mais eficiente e com melhor relação custo/benefício para coleta das formigas indicadoras em áreas em reabilitação?; 2) uma lista de espécies de formigas indicadoras de áreas em reabilitação, áreas impactadas e áreas com vegetação nativa de Cerrado, com fotos e características das formigas; 3) algumas estratégias de manejo para o controle de formigas cortadeiras, além de 4) uma discussão acerca da importância da dispersão de sementes em áreas em reabilitação, com sugestões de espécies de plantas a serem usadas de forma a facilitar este processo pelas formigas.

Por fim, gostaríamos de deixar claro que esta cartilha não pretende resolver todos os problemas enfrentados pelos funcionários da Vale S.A. na reabilitação de áreas degradadas pela mineração. Ela tem a finalidade de ajudar os técnicos a terem ferramentas para solucionarem problemas que foram apontados quando da execução do projeto. Da mesma forma, os problemas apontados e as soluções apresentadas por nós foram fruto de um trabalho desenvolvido em unidades da Diretoria de Ferrosos Sul da Vale S.A. (DIFL). Apesar de acreditarmos que as soluções possam ser utilizadas em outras unidades, gostaríamos de salientar a importância de que estas metodologias sejam testadas por nós ou outros pesquisadores antes de serem implementadas em outras áreas que possuem atividades distintas de mineração, diferentes formações vegetais e particularidades ambientais distintas das abordadas neste estudo. Além disso, a cartilha não garante total autonomia aos funcionários da Vale S.A. em relação às técnicas apresentadas. O ideal é que essas técnicas sejam apresentadas de forma presencial pelos pesquisadores aos técnicos e que, no decorrer do processo de implementação delas, haja constante diálogo entre funcionários e pesquisadores para o aperfeiçoamento dos métodos de trabalho.

Como coletar formigas para avaliar o impacto e a reabilitação de áreas mineradas?

Para avaliar o impacto causado pela mineração sobre as espécies de formigas é necessário estudar como elas estão distribuídas em áreas impactadas pela mineração (áreas mineradas), bem como em áreas com vegetação nativa (controle).



Dessa forma é possível comparar as características ecológicas derivadas do impacto com áreas naturais que não sofreram nenhum tipo de alteração pela atividade mineradora. A área controle a ser escolhida dependerá de onde a mineração está localizada, por exemplo, se a área minerada está em um local onde anteriormente havia uma floresta, a área controle a ser escolhida deverá ser uma floresta próxima, livre da influência direta do impacto da mineração. Se a mineração estiver em uma área que anteriormente era um campo rupestre, a área controle deverá ser uma área de campo rupestre próxima e conservada. Assim, o objetivo nesta seção é dar suporte ao leitor para avaliar o impacto causado pela mineração e para o processo de reabilitação usando formigas como bioindicadoras.

Para tanto, nas áreas escolhidas (tanto áreas controle como de reabilitação), deve-se fazer uma linha de amostragem (transecto) de 200 m, composta por dez pontos amostrais, separados entre si por 20 m (Figura 1). É muito importante que o protocolo seja fielmente replicado em todas as áreas, de forma a garantir a total comparabilidade entre as amostras. O transecto deve ser iniciado, preferencialmente, a 50 m de distância da borda do ambiente (ex.: floresta ou campo) e ser perpendicular a essa borda, com o intuito de amostrar pontos com menores influências externas (ex.: cipós, vento e luz excessivos, entre outros). Além disso, é preciso manter os 20 m entre todas as armadilhas (Figura 1), para se ter independência entre as amostras.

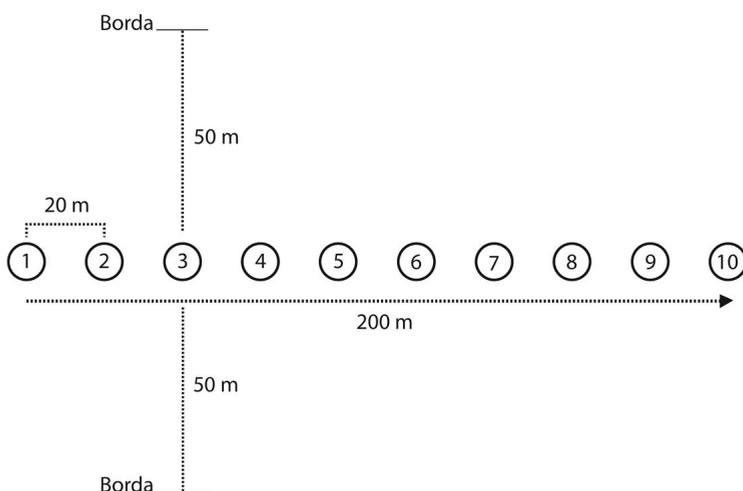


Figura 1. Esquema mostrando a disposição do transecto de 200 m com dez pontos amostrais separados entre si por 20 m.

O objetivo do método do transecto é que os pontos amostrais fiquem bem distribuídos dentro da área, de modo que amostram a comunidade de formigas da melhor forma possível. Em cada ponto amostral, serão capturadas formigas que buscam alimento e estabelecem seus ninhos nas árvores e arbustos, na superfície do solo e nas folhas e galhos presentes em sua superfície (serapilheira).

A captura das formigas é realizada através da instalação de uma armadilha de queda do tipo pitfall (Bestelmeyer et al., 2000) (Figura 2) que captura as formigas durante o seu deslocamento na superfície do solo. A armadilha é constituída de um pote de plástico de 8 cm de diâmetro e 12 cm de profundidade. Para sua instalação cava-se um buraco no qual a armadilha se encaixe perfeitamente, o qual é facilmente obtido através do uso de cavadeiras articuladas (boca de lobo) que possibilitam um buraco de dimensões apropriadas para a instalação da armadilha.

Uma vez feito o buraco, coloca-se a armadilha de maneira que sua abertura fique no nível da superfície do solo e preenche-se com solo os espaços existentes entre a armadilha e as paredes do buraco. A seguir, coloca-se 200 ml de solução de água, detergente (0,6%) e sal (0,4%) na armadilha (Canedo-Junior et al., 2016). O objetivo desta solução é capturar e preservar as formigas coletadas. O detergente quebra a tensão superficial da água, fazendo com que as formigas que caem na armadilha, afundem e morram rapidamente na solução. Já o sal ajuda na conservação dos espécimes capturados, uma vez que desta forma as formigas não absorvem água do meio, evitando a deformação dos indivíduos coletados. É importante que a armadilha tenha uma cobertura, que pode ser construída com a própria

Foto: Antônio Queiroz



Figura 2. Armadilha de queda do tipo *pitfall* instalada na superfície do solo.



tampa do pote plástico, evitando assim que folhas e galhos caiam em seu interior e também que o conteúdo da armadilha transborde no caso de chuvas ou que a água evapore em dias de sol intenso. Para isso, utiliza-se duas varetas de madeira (ex.: espeto de churrasco), fura-se a tampa nas bordas e coloca-se a cobertura sobre a armadilha. Uma vez que as armadilhas estejam instaladas, elas devem permanecer em campo por 48 horas.

Além da utilização das armadilhas de queda na superfície do solo, também são instaladas armadilhas na vegetação, quando essa está presente (armadilha do tipo *pitfall* arborícola, ver Ribas et al., 2003) (Figura 3). Estas armadilhas são amplamente utilizadas para amostrar formigas que buscam alimento e estabelecem seus ninhos em árvores e arbustos. A armadilha instalada na vegetação é construída exatamente da mesma maneira que a armadilha instalada na superfície do solo, incluindo a solução preservante. Porém, a armadilha deve ser amarrada com um barbante na árvore ou arbusto, a uma altura de aproximadamente 1,5 m. Também se usa o tempo de amostragem de 48 horas em campo. Para avaliar a reabilitação em áreas mineradas, os mesmos procedimentos de coleta aplicados na área controle devem ser seguidos, permitindo assim uma comparação.

É importante destacar que a coleta pode ser realizada em qualquer época do ano, mas recomendamos a estação chuvosa, pois a riqueza de espécies é maior nesta estação (Rabello et al., 2015). No entanto, sugerimos evitar que as coletas coincidam com dias de chuva constante, pois ela inibe a atividade das formigas.

Foto: Antônio Queiroz



Figura 3. Armadilha de queda do tipo pitfall arborícola instalada em um arbusto.



Uma vez realizada a retirada das armadilhas, ainda no campo, as amostras devem ser armazenadas em potes ou sacos plásticos e etiquetadas para posterior triagem e identificação das formigas. A etiqueta a ser colocada dentro do pote ou saco plástico deve ser feita em papel vegetal e escrita a lápis e deve ter a identificação do local, data da coleta, quem coletou e a localização georreferenciada da área coletada. Posteriormente em um laboratório, ou em um ambiente que permita o trabalho com as formigas, deverá ser feita a triagem de todas as amostras sob lupa (aumento mínimo de 20 vezes), de forma a separar todas as formigas de outros organismos e de fragmentos de folhas, galhos e solo. A triagem sob lupa faz-se necessária devido ao tamanho diminuto de alguns espécimes coletados que facilmente se confundem com outros resíduos caídos na armadilha.

As formigas devem ser armazenadas em potes plásticos (ex.: coletor universal, *ependorf*, entre outros) contendo álcool 92,8% para conservação. Feita a triagem, as formigas deverão ser enviadas para especialistas para confirmação das espécies. Porém, recomendamos o envio do material ao Laboratório de Ecologia de Formigas da Universidade Federal de Lavras para comparação com material já coletado anteriormente.

Formigas indicadoras: Espécies associadas a territórios em mineração

Monitorar os ambientes naturais e manejados pelo homem, como as minas de extração de ferro, é essencial para o conhecimento da diversidade biológica e o funcionamento dos ecossistemas. Os ambientes submetidos ao manejo e exploração humana sofrem mudanças significativas nesses componentes, como a perda de espécies e, conseqüentemente, perda de funções ecológicas importantes. Neste sentido, algumas espécies ou grupos de organismos são utilizados como bioindicadores para o monitoramento de impactos antrópicos. Um indicador biológico é uma espécie ou grupo de espécies que reflete o estado biótico ou abiótico do ambiente. Dentre estes, as formigas se destacam por serem intimamente ligadas ao ambiente onde vivem e por serem sensíveis a mudanças ambientais. Além das características



ecológicas citadas, a coleta das formigas é fácil, barata e sua taxonomia e ecologia são relativamente bem conhecidas, o que facilita o seu uso como ferramenta de monitoramento ambiental (Lach; Parr; Abbott, 2010).

Com isso, o nosso objetivo é apresentar espécies intimamente ligadas aos ambientes da Vale S.A., onde foram realizadas as coletas do presente projeto nas unidades da DIFL – Vale S.A., que auxiliarão na avaliação e monitoramento das áreas com vegetação nativa, em reabilitação e áreas degradadas pela mineração no Cerrado. Essas espécies são, normalmente, chamadas de espécies indicadoras.

Desta forma, listamos abaixo características das vegetações encontradas nas unidades da DIFL – Vale S.A. e as suas respectivas formigas indicadoras. Com estas informações é possível avaliar se determinadas áreas devem sofrer algum tipo de intervenção com o objetivo de recuperar sua biodiversidade e funcionamento ecológico, assim reaproximando-as ao máximo da vegetação nativa nesses aspectos.

Ressaltamos que, além da importância da execução correta das técnicas de coleta das formigas, uma identificação confiável feita por especialistas da área, é essencial para o sucesso deste tipo de monitoramento.

Áreas nativas

Matas Ciliares

Matas Ciliares são todas as formações vegetais que margeiam corpos d'água naturais ou não, e podem ser conhecidas como Matas Ripárias e Matas de Galeria (quando os dosséis de ambos os lados do corpo-d'água se tocam). São muito importantes para a manutenção dos corpos-d'água e para a fauna associada. Por estarem próximas de fonte de água, fornecem abrigo e recursos alimentares durante praticamente o ano todo para a fauna (IEF; Oliveira; Marquis 2002). Como formigas indicadoras desses ambientes de matas ciliares nas unidades da DIFL – Vale S.A., encontramos as espécies *Pseudomyrmex rufiventris* (Figura 4) e *Pheidole transversostriata* (Figura 5).



Figura 4. Formiga operária da espécie *Pseudomyrmex rufiventris* em vista frontal da cabeça (A) e vista lateral (B).



Figura 5. Formiga operária da espécie *Pheidole transversostriata* em vista frontal da cabeça (A) e vista lateral (B).

Pseudomyrmex é o gênero que possui o maior número de espécies dentro da subfamília Pseudomyrmecinae, com aproximadamente 150 espécies. Estas formigas vivem quase que exclusivamente em árvores e galhos mortos de diversas espécies de plantas. Algumas espécies são “parceiras” de plantas que possuem estruturas específicas para os ninhos de formigas, tais como, galhos ocos, domáceas (dilatação arredondada e oca de pecíolos foliares) e espinhos ocos. Além de oferecer local para nidificação, tais plantas podem oferecer alimentos como as Acácias que produzem uma estrutura rica em lipídeos chamada corpúsculo de Belti. Em retorno aos benefícios oferecidos pela planta, as formigas a protegem de organismos herbívoros, podendo até espantar aves e mamíferos. A espécie *Pseudomyrmex rufiventris* pode ser distinguida de outras espécies do mesmo gênero, pela cabeça opaca das formigas operárias (os



indivíduos de uma colônia responsáveis pela busca de alimento e proteção), além do tamanho e padrão de coloração (Fernández, 2003).

O gênero *Pheidole* é considerado hiperdiverso, por conter mais de mil espécies. Além de hiperdiverso é também um dos gêneros mais abundantes no mundo, ocorrendo em diversas regiões, principalmente as tropicais. Estas formigas são reconhecidas pela diferença entre suas operárias menores e maiores (também conhecidas como soldados) que possuem cabeças muito grandes em relação ao restante do corpo. Possuem hábitos alimentares variados e, geralmente, impedem que outras espécies utilizem um determinado alimento, pois defendem seus recursos em grupos numerosos. A espécie *Pheidole transversostriata* pode ser distinguida pelo formato da cabeça de sua operária maior que possui linhas horizontais (Fernández, 2003).

Cangas

As formações vegetais denominadas Cangas ou Campos Rupestres Ferruginosos são formações de campos sobre substrato ferruginoso, seja contínuo formando uma laje de rocha ferruginosa ou em fragmentos de rochas. Tais formações são caracterizadas por plantas de pequeno e médio porte adaptadas ao ambiente que se apresenta árido e com o solo sobrecarregado de metais. Devido a essas características únicas, as Cangas são extremamente importantes por possuírem diversos animais e plantas endêmicos, ou seja, que só ocorrem nestes ambientes (Pesrm; Costa et al., 2015). As espécies apontadas como indicadoras desses ambientes foram *Linepithema micans* (Figura 6) e *Brachymyrmex patagonicus* (Figura 7).

AntWeb (Foto: Alex Wild de <https://www.antweb.org>).



Figura 6. Formiga operária da espécie *Linepithema micans* em vista frontal da cabeça (A) e vista lateral (B).

O gênero *Linepithema* é caracterizado por formigas pequenas e que apresentam as operárias praticamente iguais entre si. Existem 20 espécies descritas, as quais são características da América Latina; entretanto, a espécie *Linepithema humile* é uma das espécies invasoras mais amplamente distribuídas do mundo. São generalistas quanto à alimentação e habitats, suas colônias podem possuir milhares de indivíduos com apenas uma rainha (monogínica) ou até centenas de rainhas (poligínicas) (Wild, 2007). A espécie *Linepithema micans* é amplamente distribuída no Brasil e pode ser encontrada em

AntWeb (Foto: April Nobile de <https://www.antweb.org.>).



Figura 7. Formiga operária da espécie *Brachymyrmex patagonicus* em vista frontal da cabeça (A) e vista lateral (B).

associação a uma espécie de cochonilha que é praga em videiras no Sudeste e Sul do Brasil, com as quais estas possuem interação mutualística, ou seja, uma relação de parceria que é benéfica para ambas as espécies, na qual a cochonilha recebe proteção das formigas que em retorno recebem alimento da cochonilha (Nondillo et al., 2014). O gênero *Brachymyrmex* possui aproximadamente 40 espécies, as formigas desse gênero são muito pequenas com cores variando de marrom claro à marrom escuro, seu corpo é muito delicado e as espécies são morfologicamente muito parecidas entre si tornando a identificação difícil. Geralmente constroem seus ninhos em galhos mortos ou ocos. Têm grande distribuição, inclusive em áreas antropizadas (Suguituru et al., 2015).



A presença de ambas as espécies no ambiente de Canga pode ser relacionada à presença de espécies vegetais que possuem estruturas conhecidas como nectários extraflorais (estruturas que produzem néctar em partes da planta que não as flores) os quais são utilizados como recurso alimentar pelas formigas. Ambas as espécies de formigas apontadas como indicadoras deste ambiente são geralmente associadas a estas plantas (Viana, 2009).

Campos sujos

O campo sujo é uma fitofisionomia típica do bioma Cerrado, encontrada em regiões de maiores altitudes nas serras da Canastra, Mantiqueira e Espinhaço. Sua vegetação, tipicamente dominada por ervas e arbustos espaçados, geralmente se encontra sobre solos rasos, mas a fitofisionomia também pode apresentar alguns trechos com solos mais profundos, considerados pouco férteis. Em Minas Gerais, a vegetação campestre nativa, que inclui os campos sujos, cobre cerca de 9% do território. Neste Estado, o campo sujo é encontrado no complexo vegetacional dos campos ferruginosos e está muito presente ao longo da Cadeia do Espinhaço, onde se encontram as principais regiões para exploração de ferro (Oliveira; Marquis, 2002). Como formigas indicadoras desses ambientes encontramos as espécies *Acromyrmex hispidus* e *Acromyrmex crassispinus* (Figura 8).

AntWeb (Foto: April Nobile de <https://www.antweb.org>).



Figura 8. Formiga operária da espécie *Acromyrmex crassispinus* em vista frontal da cabeça (A) e vista lateral (B).

O gênero *Acromyrmex* é um gênero exclusivo do Novo Mundo. No Brasil, onde ocorrem 28 espécies de *Acromyrmex*, elas são popularmente conhecidas como quenquêns e caracterizadas pela cabeça quadrangular acompanhada por uma mandíbula em formato triangular, além de apresentarem o corpo coberto por espinhos de tamanho variado. O tamanho do corpo destas formigas pode variar muito. Elas são formigas cortadeiras de folhas. Estas formigas podem se tornar pragas em áreas onde há um declínio no número de seus inimigos naturais (predadores), como tatus e aves. A diminuição dos predadores é causada, principalmente, pelo desmatamento e implantação de pastagens ou monocultivos (Hernández-Ruiz; Castaño-Meneses, 2006; Janicki et al., 2016).

Acromyrmex hispidus é uma formiga típica da América do Sul e é encontrada do Peru ao Uruguai, com presença no Centro-Sul do Brasil. Esta formiga apresenta coloração castanho escura, tem tamanho médio de 7 mm, constrói o ninho no solo e o cobre com folhas secas. Além disso, estas formigas são mais ativas em temperaturas mais amenas (Zolessi et al., 1973).

Acromyrmex crassispinus também é encontrada na América do Sul, desde o Nordeste do Brasil até o norte da Argentina. Apresenta características morfológicas parecidas com *A. hispidus* (Figura 8). No entanto, tem um comprimento um pouco maior (~10 mm). Nas áreas de campos ferruginosos estas formigas estão até a altitude de 900 metros (Janicki et al., 2016).

É possível que nos campos sujos do bioma Cerrado estas formigas encontrem condições climáticas ideais para se alimentarem e se estabelecerem. Isso pode ocorrer devido ao fato de que estas formigas dependem da vegetação para sua subsistência e, ao mesmo tempo, de locais com temperaturas não tão altas. Portanto, estas espécies do gênero *Acromyrmex* podem encontrar nos campos sujos (presença de ervas e arbustos) um ambiente ideal (Costa et al., 2015).

Áreas de expansão da mineração: Campos sujos

As áreas de expansão são áreas de vegetação nativa que já passaram pelo processo de resgate de espécies animais e vegetais, mas ainda conservam parte da vegetação nativa. Nas minas da Vale S.A. estas áreas são localizadas nas



bordas das áreas de extração de ferro. Além de possuírem fauna e flora bem mais simples, estas áreas também sofrem com a poeira oriunda da mineração pela proximidade com as áreas de extração. A finalidade destas áreas é servir como novas áreas de extração em um curto período. Entender quais formigas resistem a estes primeiros impactos é fundamental. Como formigas indicadoras desses ambientes encontramos as espécies *Linepithema pulex* (Figura 9) e *Camponotus melanoticus* (Figura 10).

AntWeb (Foto: April Nobile de <https://www.antweb.org>).



Figura 9. Formiga operária da espécie *Linepithema pulex* em vista frontal da cabeça (A) e vista lateral (B).

AntWeb (Foto: April Nobile de <https://www.antweb.org>).



Figura 10. Formiga operária da espécie *Camponotus melanoticus* em vista frontal da cabeça (A) e vista lateral (B).

Linepithema pulex é uma espécie generalista, ou seja, pertence ao grupo de espécies que possuem hábitos alimentares diversificados e que podem estabelecer seus ninhos em diferentes ambientes. Esta espécie está no Centro-Sul do Brasil, Paraguai e norte da Argentina. Ela apresenta ninhos rasos nos solos. Os registros de ocorrência da espécie mostram que elas são encontradas em vários habitats preservados ou perturbados (Janicki et al., 2016).

O gênero *Camponotus* é um gênero considerado hiperdiverso, sendo um dos gêneros com maior número de espécies em todo o planeta. No Brasil, são conhecidas 165 espécies. As formigas deste gênero possuem hábitos alimentares diversificados e podem viver desde as camadas abaixo do solo até as copas das árvores. Além disso, elas apresentam morfologia e coloração variável. Algumas delas são conhecidas como formigas carpinteiras, por fazerem seus ninhos em madeira (Fernández, 2003).

Camponotus melanoticus é encontrada nas Américas. Possui coloração escura e corpo alongado. Um hábito comum da espécie é de se relacionar com outros insetos (como pulgões) e também com plantas para obter recursos alimentares (Rico-Gray; Oliveira, 2007). Nas áreas de campos ferruginosos estas formigas estão até a altitude de 1400 metros (Janicki et al., 2016).

A forte presença de *Camponotus melanoticus* em áreas de expansão mostra que as formigas destas áreas ainda dependem das plantas nativas para suprir suas necessidades de sobrevivência. Por outro lado, a presença de *Linepithema pulex* mostra que as pressões ambientais causadas pela proximidade com as áreas de lavra inviabilizam a permanência de espécies características de Campo Sujo, possibilitando assim a colonização destes ambientes por espécies generalistas como as do gênero *Linepithema*.

Áreas em mineração

Áreas em processo de mineração ou recente pós-lavra são caracterizadas pela remoção de toda parte superior do solo, na qual se encontra a maior parte da matéria orgânica disponível deste estrato, incluindo bancos de sementes e organismos que propiciam a regeneração vegetal do local. Desta forma, tais áreas são extremamente pobres em recursos alimentares e possuem condições físicas altamente estressantes, como altas temperaturas e incidência luminosa. Somente espécies extremamente generalistas e tolerantes tem a capacidade de colonizar tais locais sem que haja a intervenção humana como, por exemplo, a aplicação de projetos de reflorestamento. A espécie apontada como indicadora de áreas mineradas foi *Dorymyrmex brunneus* (Figura 11).



Dorymyrmex é o gênero mais diverso dentro da subfamília Dolichoderinae, com distribuição restrita às Américas, são adaptadas a ambientes áridos e abertos. As espécies desse gênero apresentam variações em padrões de cor, pilosidade e tamanho. A principal característica do gênero *Dorymyrmex* é a presença de uma estrutura cônica no final da parte dorsal do tronco que é facilmente observada (Cuezso; Guerrero, 2012). *Dorymyrmex brunneus* é a espécie mais coletada do gênero *Dorymyrmex* no Brasil, encontrada desde o nível do mar até 2.000 metros de altitude. Nidificam em ambientes com pouca ou nenhuma cobertura vegetal e, dessa forma, são geralmente coletadas em ambientes antropizados que sofreram exposição do solo como áreas mineradas, monoculturas, beira de estradas e quintais. A presença dessa espécie na área minerada confirma seu estado de degradação avançado, uma vez que esta é geralmente apontada como indicadora de áreas extremamente degradadas.

AntWeb (Foto: April Nobile de <https://www.antweb.org/>).



Figura 11. Formiga operária da espécie *Dorymyrmex brunneus* em vista frontal da cabeça (A) e vista lateral, com a seta apontando a estrutura cônica no final da parte dorsal do tronco (B).

Áreas em reabilitação

Como medidas mitigadoras às atividades de mineração fez-se necessário o desenvolvimento dos programas de recuperação de áreas degradadas (PRADs). Estes programas têm o objetivo de recuperar as áreas mineradas devolvendo-as a diversidade e a funcionalidade ecológica o mais próximo da realidade pré-lavra (mineração). Desta forma, com auxílio dos bioindicadores, é possível verificar o quão próximo as áreas em reabilitação estão das áreas com vegetação nativa em termos de biodiversidade, pois uma reabilitação efetiva será alcançada com o reestabelecimento das espécies e suas funções em áreas que já foram degradadas (Reis; Três; Siminski, 2006).

Reabilitação com espécies nativas

Em uma das minas estudadas, a mina Capão Xavier, algumas áreas mineradas foram destinadas à reabilitação com o uso de espécies vegetais nativas e solo proveniente de canga. O objetivo destas áreas de reabilitação foi simular um ambiente de campo rupestre ferruginoso. As reabilitações experimentais foram estabelecidas sobre pilhas de minério estéril. Nelas foram utilizadas espécies vegetais nativas comuns em campos rupestres, como canelas de ema (*Vellozia* spp.) e quaresmeira (*Tibouchina multiflora*). As plantas utilizadas nesta reabilitação são oriundas de mudas. Como formigas indicadoras desses ambientes encontramos as espécies *Camponotus cingulatus* (Figura 12) e *Camponotus crassus* (Figura 13).

AntWeb (Foto: April Nobile de <https://www.antweb.org>).



Figura 12. Formiga operária da espécie *Camponotus cingulatus* em vista frontal da cabeça (A) e vista lateral (B).

AntWeb (Foto: April Nobile de <https://www.antweb.org>).



Figura 13. Formiga operária da espécie *Camponotus crassus* em vista frontal da cabeça (A) e vista lateral (B).



Camponotus cingulatus é encontrada desde a América Central até o Uruguai. Estas formigas apresentam coloração variável e são encontradas no solo ou na vegetação. Além disso, esta espécie pode apresentar associações com outros insetos ou plantas através dos nectários extraflorais. Nas áreas de campos ferruginosos estas formigas estão até a altitude de 800 metros (Janicki et al., 2016).

Camponotus crassus é encontrada desde a América Central até o norte da Argentina. São algumas das formigas mais comuns em uma grande variedade de habitats, podendo ser encontrada em diversos habitats e vegetações, nidificando em troncos e gravetos. As formigas desta espécie apresentam grande variação na coloração e padrões de pelos. Nas áreas de campos ferruginosos estas formigas estão até a altitude de 1500 metros (Janicki et al., 2016).

As áreas de reabilitação atraem formigas, porém estas formigas não são características dos campos rupestres, o que indica uma reabilitação parcial dessas áreas.

Reabilitação com espécies exóticas

Uma das técnicas de reabilitação é a utilização de espécies vegetais exóticas, principalmente gramíneas para a formação de cobertura vegetal inicial, uma vez que estas são extremamente tolerantes às condições estressantes das áreas pós-lavra. As gramíneas mais utilizadas são a braquiária e capim gordura (*Orochloa* spp. e *Melinis minutiflora*), que têm como característica principal a rápida colonização, evitando assim a erosão do solo, além de fornecer um aporte de matéria orgânica para o solo (Reis; Três; Siminski, 2006). Para áreas de reabilitação com espécies exóticas encontramos como indicadora uma espécie de formiga do gênero *Tapinoma* (Figura 14).

AntWeb (Foto: Estella Ortega de <https://www.antweb.org>).



Figura 14. Formiga operária da espécie *Tapinoma atriceps* em (A) vista frontal da cabeça e (B) vista lateral.

Tapinoma é um gênero de formigas que pode nidificar em diversos ambientes e estratos da paisagem, entre eles serapilheira, galhos mortos, sob rochas e solo exposto. São formigas muito pequenas de aspecto delicado (Fernández, 2003). O gênero *Tapinoma* possui espécies que são pragas urbanas nidificando em edificações, onde podem ser vetores de microrganismos patogênicos.

Cortadeiras: Como manejá-las em ambientes degradados em reabilitação?

Dentre as formigas, o grupo das cortadeiras ganha atenção especial devido ao prejuízo econômico que podem causar em sistemas agroflorestais, em especial na reabilitação de áreas degradadas. Isso ocorre devido à desfolha, muitas vezes excessiva, provocada por estes organismos nas plantas de interesse econômico (Della Lucia, 1993). Entretanto, quando elas se encontram em ambientes preservados e em níveis populacionais normais, realizam funções ecológicas importantes, tais como: ciclagem de nutrientes, aeração do solo e até mesmo dispersão de sementes.

Ao contrário do que muitos pensam, as formigas não se alimentam do material vegetal coletado. Elas carregam as folhas para o interior de câmaras específicas (ou painéis) dentro do seu ninho, onde cultivam os fungos que servem de alimento para sua colônia (Della Lucia, 1993). Os dois principais gêneros de formigas cortadeiras são *Atta* (saúvas) e *Acromyrmex* (quenquéns), as quais possuem diversas espécies de importância econômica e uma delas é ameaçada de extinção (*Atta robusta*, nas áreas litorâneas de restinga do ES e RJ). A diferença entre os dois gêneros é basicamente a quantidade de espinhos dorsais e a presença de projeções no abdômen (Figura 15).

Métodos de controle

Com o objetivo de reduzir danos causados por esses organismos às espécies de plantas envolvidas no processo de reabilitação de áreas degradadas, seguem algumas estratégias de controle relacionadas ao manejo integrado de pragas (MIP), as quais podem ser úteis dependendo do nível de infestação.



Também é importante lembrar que o objetivo do manejo integrado de pragas não é eliminar do ambiente as formigas potencialmente pragas, mas reduzir a sua população abaixo do nível de dano econômico (Gallo et al., 1988).

AntWeb (Foto: April Nobile de <https://www.antweb.org>).

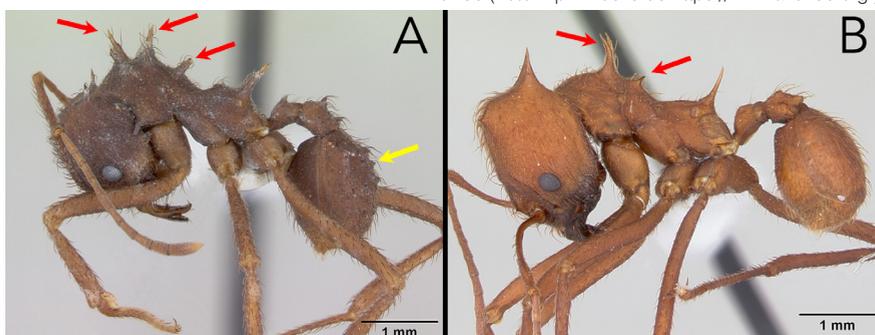


Figura 15. Diferenças entre os gêneros *Acromyrmex* e *Atta*. A) *Acromyrmex*: operária com quatro a três pares de espinhos na parte anterior do tórax (promesonoto, setas vermelhas) e presença de tubérculos no gáster (setas amarelas). B) *Atta*: operária com dois pares de espinhos na parte anterior do tórax (promesonoto, setas vermelhas) e sem tubérculos no gáster.

Controle mecânico e cultural

- Método da escavação: este método tem como objetivo realizar a escavação até encontrar a rainha e matá-la. Viável apenas para formigueiros que possuem no máximo quatro meses de idade (com até 4 olheiros), devido ao fato de a rainha se encontrar próxima à superfície (20 cm). Com a morte da rainha o ninho não consegue se estabelecer a longo prazo devido à falta de reprodução de novos indivíduos.

- Uso de barreiras: esta técnica consiste no uso de cones plásticos invertidos (tipo garrafa pet cortada) com graxa ou vaselina, tiras de papel-alumínio e plástico metalizado nos troncos das árvores (maiores que 15 cm de diâmetro) ou gel adesivo ao redor deles para impedir o acesso das formigas às folhas. São eficientes no controle das formigas cortadeiras, porém, deve-se constantemente realizar vistorias e reparos semanalmente para prolongar o efeito dessa técnica.

- Aração e gradagem: estas técnicas têm por objetivo garantir o revolvimento do solo antes do plantio das espécies vegetais utilizadas no processo de reabilitação. A intenção do método é a destruição das colônias iniciais de formigas devido ao fato de a rainha se encontrar próxima à superfície (20 cm).

- Cultura armadilha: a utilização de plantas como gergelim (*Sesamum indicum* L.), capim braquiário (*Brachiaria brizantha*), mamona (*Ricinus communis* L.) ou batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) plantadas nas bordas da área em reabilitação pode servir como culturas-armadilha, capaz de produzir efeito tóxico ou repelente para essas formigas.

Controle biológico

Os principais inimigos naturais das formigas cortadeiras são as aves e os tatus. Neste sentido, o uso correto dos produtos fitossanitários e a manutenção de faixas de vegetação nativa como abrigo para esses animais, auxiliam na eficiência do controle biológico natural.

Controle químico

Dentro do MIP, o controle químico só deve ser aplicado em casos de insucesso dos outros métodos citados anteriormente. Os inseticidas utilizados para estas formigas são de amplo espectro e podem afetar outros organismos (ex.: outros insetos e até mesmo outros organismos, como vertebrados) importantes para o processo de reabilitação e manutenção do equilíbrio ecológico. Atualmente, existem três técnicas permitidas pela legislação:

- Isca Granulada: consiste na mistura do ingrediente ativo (sulfluramida) com um veículo atraente para as formigas denominado de *pellet* (ex.: bagaço de laranja), o qual é levado por elas para o interior do ninho, onde é consumida. Não se recomenda utilizar as iscas em dias chuvosos, nem aplicar sobre o solo molhado, pois estas condições afetam a consistência dos granulados.

- Termonebulização: consiste na mistura do ingrediente ativo (clorpirifós) em um veículo (ex.: óleo diesel ou querosene). A fumaça resultante desta mistura transporta o produto para o interior do formigueiro pelo processo de nebulização.

- Pó Seco: consiste na aplicação de um inseticida na formulação de pó seco. Com o auxílio de uma polvilhadeira (deltametrina), aplica-se diretamente nos olheiros do formigueiro. Esta técnica é recomendada para formigueiros



de tamanhos pequenos (até 5 m²), principalmente nas operações de ronda. Recomenda-se também a aplicação em dias secos, pois o solo molhado diminui a eficiência do produto devido à baixa penetração deste no interior do ninho.

As recomendações técnicas sobre dosagens, formas de aplicações e restrições devem seguir as orientações da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), respectivos fabricantes e responsáveis técnicos.

Dispersão de sementes: O que é necessário saber antes de reabilitar áreas degradadas?

A redução e/ou remoção da cobertura vegetal por atividades antrópicas como a mineração causa, além da perda da biodiversidade, a perda de funções ecológicas como a dispersão de sementes, realizada pelas formigas (mirmecocoria) (Rabello et al., 2015). Atualmente, as técnicas de reabilitação de áreas degradadas, além de promover a cobertura do solo, também tem como objetivo restabelecer a diversidade de espécies e as suas funções ecológicas. A dispersão de sementes por formigas ajuda a proporcionar o estabelecimento, propagação e diversificação da flora local (Berg-Binder; Suarez, 2012) e assim pode contribuir potencialmente para a diminuição de custos durante a reabilitação, bem como atingir sucesso e maximização das ações de reabilitação de áreas degradadas (Dominguez-Haydar; Armbrecht, 2011).

Dessa forma, o restabelecimento das interações entre os seres vivos no ecossistema, como a interação animal-plantas (ex.: dispersão de sementes), pode garantir a sustentabilidade de áreas em reabilitação, possibilitando uma reabilitação a baixo custo e sem intervenção antrópica a longo prazo. O processo de reabilitação pode ser facilitado pela dispersão de sementes, a qual envolve o transporte delas a diferentes distâncias (variando de centímetros a metros) da planta-mãe, contribuindo para a colonização de novas espécies de plantas e consequente aumento da complexidade da vegetação (Lomov; Keith; Hochuli, 2009).

Assim, um melhor entendimento e investimento para a manutenção e conservação de dispersores de sementes pode agregar valor ecológico à

comunidade por aumentar a diversidade de interações entre os seres vivos e permitir a continuidade da sucessão vegetal natural, além de reduzir os custos da técnica de reabilitação. Além disso, a dispersão de sementes por formigas fornece de uma maneira simples e barata o estabelecimento de um ambiente com grande variedade de espécies de plantas e com manutenção de diferentes espécies interagindo entre si, aumentando conseqüentemente a realização de processos ecológicos (ex.: ciclagem de nutrientes).

Para iniciar a reabilitação de uma área degradada é necessário ter conhecimento sobre quais são as espécies ocorrentes na vegetação nativa em torno da área degradada para nortear o planejamento das ações voltado para a reabilitação do funcionamento do ecossistema. Ser criterioso na escolha das espécies de plantas a serem usadas é extremamente importante para que novas espécies de plantas, que antes não ocorriam naturalmente na região, não sejam introduzidas e não causem um desequilíbrio ambiental dificultando e encarecendo o alcance da ação pretendida, neste caso a reabilitação.

Dessa forma, o nosso objetivo é incentivar e nortear a utilização da abordagem da dispersão de sementes de espécies de plantas nativas do Bioma Cerrado como técnica simples e barata de reabilitação de áreas degradadas pela mineração.

Sugestões de espécies de plantas nativas do bioma Cerrado, as quais são atrativas e dispersadas por formigas*

*Segundo: Lorenzi (2002, 2009) e Da Silva Júnior et al. (2005 e 2009).

Foto: Thaíse Oliveira Bahia



Xylopia aromatica (Lam.) Mart.
Família: Annonaceae
Nomes populares: Pimenta-de-macaco,
Pimenta-de-negro
Ocorrência: Minas Gerais, Goiás, Mato
Grosso, São Paulo e Mato Grosso do Sul.



Ecologia: planta semidecídua (perde parcialmente suas folhas na estação seca), pouco tolerantes ao sombreamento, são as primeiras a ocuparem o solo em áreas degradadas (pioneiras), tem preferência por ambientes mais secos (áridos), característica dos cerrados e campos cerrados. Apresenta distribuição ampla, porém irregular e descontínua, ocorrendo geralmente em baixa frequência. Apesar de suas características pioneiras, é uma planta de crescimento bastante lento.

Fenologia: floresce até duas vezes ao ano, embora com maior intensidade nos meses de setembro-novembro. Frutificação irregular e produção de sementes a cada dois ou três anos. Frutos maduros de abril a julho.

Produção de mudas: escarificar mecanicamente as sementes antes da semeadura para aumentar a taxa de germinação. Semeá-las em canteiros contendo substrato orgânico-arenoso. Cobri-las com uma leve camada de substrato peneirado e irrigar duas vezes ao dia. O desenvolvimento das mudas é lento, podendo ser levadas para plantio no local definitivo em 9-11 meses. O desenvolvimento das plantas no campo também é lento.

Foto: arvoresdobiomacerrado.com.br



Alchornea glanclulosa Poepp. & Endl.
Família: Euphorbiaceae
Nomes populares: Folha-redonda, Tanheiro.
Iricurana, Tamanqueira.
Ocorrência: em todo o Brasil.

Ecologia: planta com folhas o ano todo, pouco tolerante ao sombreamento, adaptada a ambientes úmidos ou parcialmente alagados, pioneira. São encontradas em beiras de rios e planícies aluviais da floresta atlântica. Distribuídas em diversas fitofisionomias como: Cerrado (*lato sensu*), Mata Ciliar ou Galeria, Floresta de Terra Firme, Floresta Ombrófila (=Floresta Pluvial)

e Restinga. Muito frequente nas formações secundárias como capoeiras e capoeirões. Em floresta primária ocorre nas bordas e clareiras.

Fenologia: floresce de abril a julho. A maturação dos frutos se dá de setembro a janeiro, sendo mais frequentes nos meses de outubro e novembro. Pode florescer e frutificar mais de uma vez ao ano.

Produção de mudas: sementes precisam ser colocadas para germinar assim que forem coletadas em canteiros sombreados e substrato organo-argiloso, cobri-las com substrato peneirado. A germinação ocorre de 20 a 50 dias e a taxa de germinação é baixa. Recomendada para a reabilitação de áreas degradadas devido ao rápido crescimento e eficiência na colonização de áreas abertas.

Foto: pt.wikipedia.org



Cnidoscolus quercifolius Pohl
Família: Euphorbiaceae
Nomes populares: Faveleira.
Ocorrência: em toda região Nordeste do Brasil e Norte de Minas Gerais.

Ecologia: característica da vegetação da Caatinga, principalmente na região Nordeste do Brasil onde ocorre com alta frequência. Preferencialmente, ocupa capoeiras e capoeirões de várzeas, beira de rios e início de encostas, onde existe água em profundidade e solos férteis.

Fenologia: floresce durante os meses de agosto a dezembro e frutifica de agosto a fevereiro.

Produção de mudas: colocar as sementes para germinar em canteiros com substrato arenoso, deixar em pleno sol, cobrir com substrato peneirado e irrigar duas vezes ao dia. As plântulas começam a aparecer após 15 a 21 dias e a taxa de germinação é alta. Transplantar as mudas quando alcançarem 5 cm, e após quatro meses plantá-las em locais definitivos.



Foto: ib.usp.br



Croton floribundus Spreng.

Família: Euphorbiaceae

Nomes populares: Capinxingue, Tapixingui, Velame, Capenixingui.

Ocorrência: em toda região Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste. Na região Sul apenas no Paraná, e na região Norte apenas no Tocantins.

Ecologia: pode perder de 50 a 100% das folhas em determinada época do ano (semidecídua ou decídua), pouco tolerante ao sombreamento, pioneira, característica de matas secundárias de floresta semidecidual. Bem representada nas mais diversas fitofisionomias como: Cerrado, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (= Floresta Pluvial). Encontrada também no interior da mata primária que sofreu interferência antrópica durante a extração de madeira e principalmente nas bordas. A dispersão é maior em regiões de altitude. Produz, anualmente, grande quantidade de sementes viáveis.

Fenologia: floresce durante os meses de outubro-dezembro. A maturação dos frutos vai de janeiro-fevereiro.

Produção de mudas: colocar as sementes para germinar logo que colhidas sem tratamento prévio, em canteiros semissombreados, contendo substrato orgânico-argiloso, cobri-las levemente com uma fina camada do substrato peneirado e irrigar duas vezes ao dia. A germinação ocorre de duas a três semanas, e a taxa de germinação é geralmente baixa. Transplantar as mudas para embalagens individuais quando alcançarem 4-5 cm, e após quatro meses, plantar em local definitivo. O desenvolvimento no campo é rápido, alcançando 4 m de altura em dois anos.

Foto: timblindim.wordpress.com



Mabea fistulifera Mart
Família: Euphorbiaceae
Nomes populares: Canudo-de-pito, Canudeiro, Mamona do mato.
Ocorrência: quase todos os estados brasileiros, exceto em alguns estados da região Nordeste e Sul.

Ecologia: perde as folhas na época seca, não tolerante à sombra, pioneira, característica de vegetação secundária de terrenos arenosos, principalmente na transição de Cerrado para floresta semidecidual. Rara no interior de mata densa. Pode ser encontrada na vegetação secundária de encosta.

Fenologia: floresce durante os meses de janeiro a abril e a frutificação ocorre a partir de setembro a outubro.

Produção de mudas: colocar as sementes para germinar assim que colhidas, não é necessária nenhuma técnica para germinação. Colocar em canteiros semissombreados contendo substrato organo-argiloso, cobrir com substrato e irrigar duas vezes ao dia. A germinação ocorre de duas a três semanas e a taxa de germinação é baixa. Transplantar as mudas para embalagens individuais quando alcançarem 5 cm, após cinco a seis meses plantar em um local definitivo. No campo o crescimento é muito lento, alcançando 2 m em dois anos.

Foto: ufrgs.br



Ocotea pulchella (Ness & Mart) Mez
Família: Lauraceae
Nomes populares: Canela, Canela-do-brejo, Canelinha, Caneleira.
Ocorrência: Tocantins, Goiás e Distrito Federal, na região Sudeste e Sul está presente em todos estados.

Ecologia: perde cerca de 50% das folhas na época seca, intolerante ao sombreamento, adaptadas a locais úmidos como beira de rios e lagos, comum



em bordas de florestas, restinga e principalmente nos cerrados. Produz grande quantidade de sementes ao ano.

Fenologia: floresce em diferentes épocas do ano, com maior intensidade de novembro a janeiro e a frutificação predominante ocorre de maio a julho. Pode florescer e frutificar mais de uma vez ao ano dependendo do ambiente em que está inserida.

Produção de mudas: Colocar as sementes para germinar assim que colhidas, não é necessário fazer nenhuma técnica para germinação. Colocar em canteiros semissombreados contendo substrato organo-argiloso, cobrir com substrato e irrigar duas vezes ao dia. A germinação das plântulas se dá a partir dos 30 dias, o índice de germinação é muito baixo. O desenvolvimento das mudas é lento e o crescimento das mudas em campo é moderado.

Foto: ufrgs.br



Cabralea canjerana (Vell.) Mart.

Família: Meliaceae

Nomes populares: Canjarana, Canjerana, Caierana.

Ocorrência: Acre, Pará, Roraima, Mato Grosso, Alagoas e da Bahia ao Rio Grande do Sul.

Ecologia: perde todas as folhas na época seca, não tolerante ao sombreamento, encontrada em quase todas as formações florestais, muito comum em florestas primárias. Em capoeiras e capões são encontradas como plantas pioneiras ou primárias. Abundante em áreas de encostas e solos mais úmidos, rara em solos secos e arenosos.

Fenologia: floresce mais de uma vez ao ano e a frutificação é mais proeminente de agosto a novembro.

Produção de mudas: coletar as sementes e colocá-las para germinar, não é necessário fazer nenhum tratamento. Colocar em canteiros sombreados com substrato rico em material orgânico. A germinação é lenta e a taxa de germinação é muito baixa.

Foto: arvores.brasil.nom.br



Virola oleifera (Schott) A.C. Sm.
Família: Myristicaceae.
Nomes populares: Bocuva, Bicuiba, Bocuíba.
Ocorrência: Sul da Bahia, Minas Gerais até o Nordeste do Rio Grande do Sul.

Ecologia: perde cerca de 50% das folhas na época seca, intolerante ao sombreamento, característica e exclusiva de formação florestal pluvial atlântica. Tida como espécie pioneira, ocupa clareiras ou áreas abertas no interior de mata, pode apresentar algumas regenerações naturais em capoeiras.

Fenologia: floresce de janeiro a maio e os frutos amadurecem de julho a novembro.

Produção de mudas: coletar as sementes e plantar assim que forem colhidas, colocar em embalagens individuais com substrato organo-argiloso, cobrir com substrato peneirado, manter em locais sombreados. As plântulas emergem de 30 a 40 dias, possui baixa taxa de germinação.

Foto: plantsystematics.org



Virola sebifera Aubl
Família: Myristicaceae
Nomes populares: Ucuúba-do-cerrado, Ucuúba.
Ocorrência: em quase todos os estados brasileiros, exceto no extremo norte do Nordeste, Espírito Santo e Sul do país.

Ecologia: perde cerca de 50% das folhas na época seca, não tolerante ao sombreamento, característica de cerrado e de formações secundárias de florestas semidecidual. Rara no interior de floresta primária apresenta dispersão descontínua com poucos indivíduos, preferencialmente em terrenos bem drenados.



Fenologia: floresce de setembro a março, e frutifica de agosto a outubro.

Produção de mudas: coletar as sementes e plantar assim que forem colhidas, colocar em embalagens individuais com substrato organo-argiloso, cobrir com substrato peneirado, manter em locais sombreados. As plântulas emergem de 30 a 50 dias, possui baixa taxa de germinação.

Foto: plantsystematics.org



Ouratea spectabilis (Mart.) Engl.

Família: Ochnaceae

Nomes populares: Folha-da-serra.

Ocorrência: Paraíba, Tocantins, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo e Paraná.

Ecologia: perde 100% das folhas na época seca, intolerante ao sombreamento, exclusiva dos cerrados e transição de cerrado com campos rupestres, fitogeograficamente é uma espécie que possui distribuição descontínua, apresentando baixa ou moderada frequência. Geralmente encontra-se em áreas abertas em início de encostas e várzeas, onde a disponibilidade de alguns recursos é maior. Flores e frutos de coloração vibrante e também dispersos por aves.

Fenologia: floresce de agosto a setembro e a frutificação é de outubro a novembro.

Produção de mudas: coletar as sementes e colocá-las para germinar em canteiros com substrato arenoso, deixar em pleno sol, cobrir com substrato peneirado e irrigar duas vezes ao dia. As plântulas começam a aparecer após 15 a 21 dias e a taxa de germinação é baixa. No campo o desenvolvimento das plantas é muito lento.

Foto: ufrgs.br



Rapanea umbellata (Mart.) Mez.

Família: Primulaceae

Nomes populares: Capororoca, Capoporocão, Capoporoca-branca.

Ocorrência: em quase todos os estados brasileiros, exceto alguns estados da região Nordeste e Norte.

Ecologia: mantém todas as folhas ao longo de todo ano, sem muitas restrições a condições de solos, abundante na floresta pluvial atlântica seja em formações primárias, capoeiras ou áreas abertas antropizadas. Pioneira em áreas perturbadas. Fitogeograficamente possui distribuição contínua e indivíduos um pouco esparsos na área de distribuição.

Fenologia: floresce e frutifica mais de uma vez ao ano, sendo que a maior produção de flores é de dezembro a janeiro e os frutos de março a abril. Frutos apreciados por aves.

Produção de mudas: coletar as sementes e plantar, assim que colhidas, em canteiro a meia sombra, usar substrato rico em matéria orgânica. As plântulas emergem de 40 a 60 dias, possui baixa taxa de germinação. Transportar as plantas para local definitivo dentro de um ano. Desenvolvimento das mudas no campo é lento.

Foto: ufrgs.br



Prunus sellowii Koehne

Família: Rosaceae

Nomes populares: Pessegueiro-bravo, Marmelo-do-mato.

Ocorrência: em vários estados brasileiros, exceto alguns estados da região Nordeste e Norte.

Ecologia: perde partes de suas folhas ao longo do ano, intolerante ao sombreamento, característica de floresta pluvial atlântica e floresta semidecidual, encontrada com mais frequência em florestas secundárias.



Fenologia: floresce mais de uma vez ao ano, embora sua maior floração se dê nos meses de dezembro a fevereiro e a maturação dos frutos de junho a agosto.

Produção de mudas: coletar os frutos e colocar para germinar assim que colhidos, colocar em embalagens individuais com substrato organo-argiloso, manter em ambiente sombreado. As plântulas emergem de 30 a 50 dias, possui baixa taxa de germinação.

Foto: ufrgs.br



Citharexylum myrianthum Cham.
Família: Verbenaceae
Nomes populares: Pau-de-viola,
Tucaneiro, Tarumã.
Ocorrência: Região Nordeste, Sudeste
e Sul do Brasil

Ecologia: perde todas as folhas na época seca, intolerante ao sombreamento. Característica de floresta pluvial atlântica, raramente encontrada fora da faixa litorânea. Encontrada em áreas úmidas como beira de rios, lagos e áreas brejosas. Frutos vermelhos, o que desperta a atenção de dispersores, principalmente aves.

Fenologia: floresce durante os meses de outubro a dezembro e frutos amadurecem de janeiro a março.

Produção de mudas: colocar as sementes para germinar assim que colhidas, não é necessário fazer nenhuma técnica para germinação. Colocar em canteiros semissombreados contendo substrato organo-argiloso, cobrir com substrato e irrigar duas vezes ao dia. A emergência das plântulas se dá a partir de 20 a 40 dias, a taxa de germinação é alta. O desenvolvimento das mudas no campo é rápido, podendo atingir 4 m em dois anos.

Metodologia utilizada para coleta de formigas dispersoras de sementes, bem como para verificar se estas estão desempenhando a remoção de sementes

Primeiramente, é necessário que na área em reabilitação seja estabelecido um transecto, distante 50 m da borda (quando possível), com dez pontos amostrais distantes 20 m uns dos outros. Em cada ponto amostral, no início da manhã (idealmente às 8h), oferecer 30 sementes ariladas (Figura 16) e atrativas para as formigas de uma espécie de planta nativa do local.

Tais sementes devem ser protegidas por uma gaiola metálica (1.5 cm de malha) (Figura 17) contra a ação de vertebrados e assim permitir que apenas a atividade das formigas seja avaliada. Checar as sementes dentro do período de 8h às 11h (pico de atividade das formigas), em um intervalo de 10 min em cada ponto amostral, a fim de coletar a maior variedade possível de formigas.

Foto: Ananza M. Rabello



Figura 16. Semente arilada de *Croton floribundus* sendo dispersada por formiga. O arilo (parte branca) se encontra na ponta da semente.

Foto: Ananza M. Rabello



Figura 17. Gaiola metálica para proteger as sementes da predação de vertebrados.



Dentro desse período de observação, todas as formigas observadas removendo sementes a uma distância mínima de 30 cm do local, onde as sementes foram colocadas, devem ser coletadas ativamente (com o auxílio de um pincel molhado ou manualmente). Colocá-las individualmente em um pote de plástico (ex.: pote universal, *ependorf* entre outros) com álcool 92.8%, devidamente vedado e etiquetado com o local de coleta para posterior identificação (a qual pode ser feita comparando com as figuras das espécies presentes nesta cartilha, e em seguida ser confirmada por um especialista). Depois de 24h do início do experimento, voltar ao transecto e contar, em cada ponto amostral, o número de sementes restantes para dados de porcentagem de remoção de sementes o qual é importante para avaliar quantitativamente a dispersão de sementes.

Se não houver sementes naturais disponíveis na área em estudo, uma abordagem que auxilia a avaliar se o ambiente possui condições mínimas para abrigar formigas dispersoras de sementes é a utilização de frutos artificiais, os quais apresentam as mesmas composições químicas de um fruto natural. Neste caso, apenas troca-se as sementes naturais colocadas em cada ponto amostral pelos frutos artificiais, e mantêm-se os mesmos passos da metodologia citada anteriormente.

Seguindo Raimundo et al. (2004), um fruto artificial (Figura 18) atrativo para as formigas envolve uma parte que representa a semente (miçanga em torno de 0.03g e 2 mm de diâmetro) e outra que representa o arilo (massinha branca). Para representar o arilo, a massinha deve conter: gordura vegetal (75%), frutose (4.8%), sacarose (0.5%), glicose (4.7%), caseína (7%), carbonato de cálcio (3%) e maltodextrina (5%).

Foto: Ananza M. Rabello



Figura 18. Fruto artificial atrativo para formigas. Parte branca representa o arilo, e a parte laranja a semente.

Referências bibliográficas

- ANTWEB. Disponível em: <<https://www.antweb.org>> Acesso em: 10 de novembro de 2017.
- ANTWIKI. Disponível em: <<http://www.antwiki.org/wiki/Pseudomyrmex>> Acessado em: 10 de novembro de 2017.
- BERG-BINDER, M. C.; SUAREZ, A. V. Testing the directed dispersal hypothesis: Are native ant mounds (*Formica* sp.) favorable microhabitats for an invasive plant? *Oecologia*, 169:763-772. 2012.
- BESTELMEYER, B. T. et al. **Field techniques for the study of ground-living ants:** An Overview, description, and evaluation. In: AGOSTI, D. et al. (eds), *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington. 2000, p. 122-144.
- CANEDO-JÚNIOR, E. O. et al. Can anthropic fires affect epigaeic and hypogaeic Cerrado ant (Hymenoptera: Formicidae) communities in the same way? *Revista de Biología Tropical*, 64:95-104. 2016.
- COSTA, F. V. et al. Ant fauna in megadiverse mountains: A checklist for the rocky grasslands. *Sociobiology*, 62.2:228-245. 2015.
- CUEZZO, F.; GUERRERO, R. J. The Ant Genus *Dorymyrmex* Mayr (Hymenoptera: Formicidae: Dolichoderinae) in Colombia. *Psyche*, 2012, Article ID 516058:24 pages, 2012.
- DA SILVA-JÚNIOR, M. C. et al. **100 árvores do Cerrado:** Guia de campo. Rede de Sementes do Cerrado. Brasília-DF. 2005. 278p.
- DA SILVA-JÚNIOR, M. C.; PEREIRA, B. A. **100 árvores do Cerrado - Mata de Galeria:** Guia de campo. Rede de Sementes do Cerrado. Brasília-DF. 2009. 288p.
- DELLA-LUCIA, T. M. C. **As formigas cortadeiras.** Viçosa: UFV. 1993. 262p.
- DOMINGUEZ-HAYDAR, Y.; ARMBRECHT, I. Response of ants and their seed removal in rehabilitation areas and forests at El Cerrejón Coal Mine in Colombia. *Restoration Ecology*, 19:178-184, 2011.
- FERNÁNDEZ, F. **Introducción a las hormigas de la región Neotropical.** Bogotá: Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt. 2003. 404p.



- GALLO, D. et al. **Manual de entomologia agrícola**. São Paulo: Ceres. 1988. 531p.
- HERNÁNDEZ-RUIZ, P.; CASTAÑO-MENESES, G. Ants (Hymenoptera: Formicidae) diversity in agricultural ecosystems at Mezquital Valley, Hidalgo, Mexico. **European Journal of Soil Biology**, 42:208-S212, 2006.
- INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS - IEF. Disponível em: <<http://www.ief.mg.gov.br/florestas>> Acesso em: 10 de novembro de 2017.
- JANICKI, J. et al. Visualizing and interacting with large-volume biodiversity data using client-server web-mapping applications: The design and implementation of antmaps.org. **Ecological Informatics**, 32:185-193. 2016.
- LACH, L.; PARR, C. L.; ABBOTT, K. L. **Ant Ecology**. Oxford University Press, Oxford. 2010. 432p.
- LOMOV, B.; KEITH, D. A.; HOCHULI, D. F. Linking ecological function to species composition in ecological restoration: Seed removal by ants in recreated woodland. **Austral Ecology**, 34:751-760. 2009.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. v. 2, 2 ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. 2002. 368p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. v. 1, 4 ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum. 2009. 384p.
- NONDILLO, A. et al. Foraging activity and seasonal food preference of *Linepithema micans* (Hymenoptera: Formicidae), a species associated with the spread of *Eurhizococcus brasiliensis* (Hemiptera: Margarodidae). **Journal of Economic Entomology**, 107(4):1385-1391. 2014.
- OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. **The Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna**. Columbia University Press. Chicago. 2002. 368p.
- PESRM. Disponível em: <<http://www.biodiversitas.org.br/planosdemanejo/pesrm/regiao10.htm>> Acesso em: 10 de novembro de 2017.
- RABELLO, A. M. et al. When is the best period to sample ants in tropical areas impacted by mining and in rehabilitation process? **Insectes Sociaux**, 62:227-236, 2015.

- RAIMUNDO, R. L. G. et al. The influence of fruit morphology and habitat structure on ant-seed interactions: A study with artificial fruits. **Sociobiology**, 44:261-270, 2004.
- REIS, A.; TRÊS, D. R.; SIMINSKI, A. **Curso: Restauração de áreas degradadas – Imitando a natureza**. Florianópolis. 2006. 90p.
- RIBAS, C. R. et al. Tree heterogeneity, resource availability, and larger scale process regulating arboreal ant species richness. **Austral Ecology**, 28:305-314, 2003.
- RICO-GRAY, V.; OLIVEIRA, P. S. **The Ecology and Evolution of Ant-Plant Interactions**. Chicago: The University of Chicago Press. 2007. 320p.
- SUGUITURU, S. S. et al. **Formigas do alto Tietê**. Canal, Bauru, SP. 2015. 458p.
- VIANA, F. E. C. **Mirmecofauna de afloramentos ferríferos: Diversidade e associação com a vegetação**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre da Universidade Federal de Minas Gerais. 2009. 52p.
- WILD, A. L. A catalogue of the ants of Paraguay (Hymenoptera: Formicidae). **Zootaxa**, 1622:1-55, 2007.
- ZOLESSI, L. C.; ABENANTE, Y. P. Nidificación y mesoetología de *Acromyrmex* en el Uruguay III. *Acromyrmex* (A.) *hispidus* Santschi, 1925 (Hymenoptera: Formicidae). **Revista de Biología de Uruguay**, 1:151-165, 1973.

