

Comunidade de formigas na faixa de proteção do reservatório da Itaipu Binacional e em áreas adjacentes

Recomendações para o manejo



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Florestas
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

DOCUMENTOS 334

Comunidade de formigas na faixa de proteção do reservatório da Itaipu Binacional e em áreas adjacentes

Recomendações para o manejo

*Wilson Reis Filho
Mariane Aparecida Nickele
Susete do Rocio Chiarello Penteado
Luis Cesar Rodrigues da Silva
Elisiane Castro de Queiroz*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, km 111, Guaraituba,
Caixa Postal 319
83411-000, Colombo, PR, Brasil
Fone: (41) 3675-5600
www.embrapa.br/florestas
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações da
Embrapa Florestas

Presidente
Patrícia Póvoa de Mattos

Vice-Presidente
José Elidney Pinto Júnior

Secretária-Executiva
Neide Makiko Furukawa

Membros
Annete Bonnet
Cristiane Aparecida Fioravante Reis
Guilherme Schnell e Schühli
Krisle da Silva
Marcelo Francia Arco-Verde
Marcia Toffani Simão Soares
Marilice Cordeiro Garrastazu
Valderês Aparecida de Sousa

Supervisão editorial
José Elidney Pinto Júnior

Revisão de texto
José Elidney Pinto Júnior

Normalização bibliográfica
Francisca Rasche

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Neide Makiko Furukawa

Foto capa
Wilson Reis Filho

1ª edição
Versão digital (2020)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Florestas

Comunidade de formigas na faixa de proteção do reservatório da Itaipu
Binacional e em áreas adjacentes: recomendações para o manejo.
[recurso eletrônico] / Wilson Reis Filho ... [et al.]. - Colombo :
Embrapa Florestas, 2020.

33 p. : il. color. - (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1980-
3958 ; 334)

Modo de acesso: World Wide Web:
<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/item/221>>

1. Formigas cortadeiras. 2. *Atta*. 3. *Acromyrmex*. 4. Bioindicadores.
I. Reis Filho, Wilson. II. Nickele, Mariane Aparecida. III. Penteadó,
Susete do Rocio Chiarello. IV. Silva, Luis Cesar Rodrigues da. V.
Queiroz, Elisane Castro de. VI. Série.

CDD (21. ed.) 595.796

Autores

Wilson Reis Filho

Engenheiro Agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador da Epagri/Embrapa Florestas, Colombo, PR

Mariane Aparecida Nickele

Bióloga, doutora em Entomologia, pós-doutoranda na Universidade Federal do Paraná, Departamento de Zoologia, Curitiba, PR

Susete do Rocio Chiarello Penteado

Bióloga, doutora em Entomologia, pesquisadora da Embrapa Florestas, Colombo, PR

Luis Cesar Rodrigues da Silva

Engenheiro Florestal, mestre em Engenharia Florestal, engenheiro florestal da Itaipu Binacional, Foz do Iguaçu, PR

Elisiane Castro de Queiroz

Bióloga, doutora em Entomologia, funcionária do Funcema, Colombo, PR

Apresentação

Este documento foi produzido a partir de uma demanda da Itaipu Binacional para facilitar a troca de informações entre os funcionários da empresa que trabalham direta e indiretamente com a recuperação e monitoramento de suas áreas, além de atuarem junto à comunidade lindeira. Há vários questionamentos em relação à ocorrência das formigas cortadeiras, que são insetos desfolhadores e que podem apresentar grande importância econômica em áreas de plantios agrícolas e florestais.

Trata-se dos resultados do projeto de pesquisa “Ocorrência e dinâmica populacional da mirmecofauna, desenvolvido na região do reservatório da Itaipu Binacional, em função de diferentes estágios de recuperação da área de preservação permanente”, executado pela Embrapa Florestas, em parceria com a Itaipu Binacional e Fundação da Universidade Federal do Paraná (Funpar) e apoio da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

O objetivo do projeto foi estudar a diversidade e dinâmica populacional da mirmecofauna relacionada com a restauração florestal, na região do entorno do Reservatório da Itaipu Binacional e em áreas adjacentes. Desta forma, foi possível determinar a dinâmica populacional de ninhos de formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, além de avaliar a diversidade de formigas de solo indicadoras de cada área. Estas serviram de parâmetro para verificar a eficácia das técnicas de restauração florestal utilizadas na Faixa de Proteção do Reservatório da Itaipu Binacional, comparando a riqueza e composição de espécies de formigas com áreas adjacentes, como a floresta primária do Parque Nacional do Iguaçu, APPs em propriedade rural e áreas de agricultura.

Marcílio José Thomazini

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento
Embrapa Florestas

Sumário

1 Formigas cortadeiras	9
1.1 Introdução.....	9
1.2 Reconhecimento das formigas cortadeiras	9
1.3 Biologia das formigas cortadeiras	11
Organização social.....	11
Fundação da Colônia.....	12
Alimentação	13
Arquitetura dos ninhos	13
1.4 Formigas cortadeiras nas faixas de proteção do reservatório da Itaipu Binacional e áreas adjacentes	14
Avaliação de formigas cortadeiras em áreas de florestas x agricultura.....	14
Formigas cortadeiras nas faixas de proteção do reservatório da Itaipu Binacional e áreas adjacentes	15
1.5 Recomendações para o manejo de formigas cortadeiras.....	17
Monitoramento	18
Controle cultural e mecânico.....	19
Controle químico.....	19
2 Formigas como bioindicadores	23
2.1 Introdução.....	23
2.2 Metodologia para coleta de formigas indicadoras na região do entorno do reservatório da Itaipu Binacional	23
2.3 Comunidade de formigas nas faixas de proteção do reservatório da Itaipu Binacional e áreas adjacentes	27
2.4 Formigas indicadoras no entorno do reservatório da Itaipu Binacional e áreas adjacentes	28
Parque Nacional do Iguaçu	28
Faixa de proteção do reservatório formada por mata secundária	30
Faixa de proteção do reservatório formada por regeneração natural.....	30
Faixa de proteção do reservatório formada por reflorestamento	30
Área de Preservação Permanente localizada em propriedade rural	31
Agricultura.....	31
Agradecimentos	32
Referências	32

1 Formigas cortadeiras

1.1 Introdução

As formigas cortadeiras são insetos pertencentes aos gêneros *Atta* (conhecidas como saúvas) e *Acromyrmex* (conhecidas como quenquéns). Essas formigas coletam uma grande quantidade de material vegetal fresco para cultivar um fungo simbiote, que é a principal fonte de alimento das formigas (De Fine Licht; Boomsma, 2010). Devido a este comportamento as formigas cortadeiras são consideradas uma das principais pragas em plantios agrícolas e florestais, onde investimentos significativos são destinados para o seu controle (Della Lucia et al., 2014).

É importante ressaltar, no entanto, que o mesmo comportamento que coloca estas espécies como pragas também oferece serviços ambientais relevantes para a atividade florestal. Por exemplo, o material resultante da decomposição do fungo junto de outros resíduos (como formigas mortas e partículas de solo) são removidos do jardim de fungo para câmaras de lixo. Logo, o solo das câmaras de lixo é mais rico em carbono orgânico e outros nutrientes do que os solos adjacentes (Farji-Brener; Ghermandi, 2008). Desse modo, as formigas cortadeiras têm impactos positivos sobre a estrutura química e física do solo e potencialmente beneficiam a vegetação, favorecendo o seu crescimento. Em áreas com ninhos, o solo é menos resistente à penetração das raízes e a matéria orgânica presente nas câmaras de lixo favorece o aumento na fertilidade do solo. Determinadas espécies de plantas são mais abundantes e vigorosas quando se desenvolvem próximo às câmaras de lixo de formiga cortadeiras (Moutinho et al., 2003; Farji-Brener; Ghermandi, 2008).

As formigas cortadeiras também são importantes agentes em outros serviços ambientais tais como na dispersão de sementes (Pikart et al., 2010) e, em determinadas condições, no favorecimento da produção de madeira. Quando em baixas densidades de ninhos de *Atta* em plantios de *Pinus* ou *Eucalyptus* com mais de três anos de idade, a relação de impacto é positiva na produção de madeira por unidade de área, pois as formigas reduzem a competição entre as plantas remanescentes, que crescerão mais. No entanto, em altas densidades de ninhos, tal efeito se torna nulo ou negativo, devido à mortalidade de grande número de plantas (Hernández; Jaffé, 1995; Zanetti et al., 2000).

Por isto, estudos sobre as espécies de formigas cortadeiras e avaliação de sua densidade e dinâmica populacional de seus ninhos são importantes para entender os seus padrões de comportamento e orientar as estratégias de manejo.

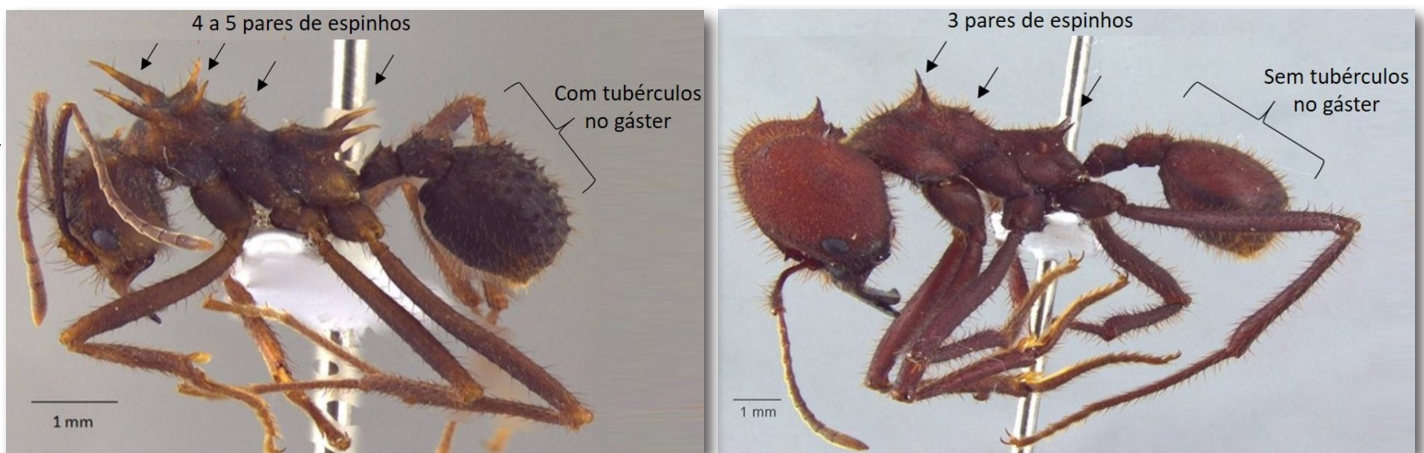
1.2 Reconhecimento das formigas cortadeiras

Existem dois principais gêneros de formigas cortadeiras, *Atta* e *Acromyrmex*. Na Tabela 1 e Figuras 1, 2 e 3 estão as principais características para diferenciação desses dois gêneros.

Tabela 1. Diferenças morfológicas e entre ninhos dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*.

Características	<i>Atta</i> (saúvas)	<i>Acromyrmex</i> (quenquéns)
Número de espinhos no tórax	Três pares	Quatro ou cinco pares
Tubérculos no gáster (parte posterior do corpo)	Sem tubérculos	Com tubérculos
Tamanho das operárias	Grandes, operárias com tamanho bem distinto	Pequenas, pouca distinção entre as operárias
Tamanho dos ninhos	Ninhos subterrâneos e muito profundos (até 7 m) e com inúmeras câmaras (até 7.864)	Ninhos superficiais ou pouco profundos (até 4 m), constituídos de uma ou poucas câmaras (até 26)
Tipo dos ninhos	Ninhos com monte de terra solta aparente	Ninhos com monte de terra solta ou monte de cisco ou sem terra solta e sem ciscos

Fotos: Mariane Aparecida Nickele

**Figura 1.** Diferenciação entre os gêneros *Atta* e *Acromyrmex*.

Fotos: Mariane Aparecida Nickele

**Figura 2.** Ninhos de saúvas.



Figura 3. Ninhos de quenquês.

1.3 Biologia das formigas cortadeiras

Organização social

As formigas cortadeiras vivem em colônias divididas em grupos chamados castas (Figura 4). As castas diferenciam-se principalmente pelo tamanho e pelo tipo de tarefa que as formigas executam dentro da colônia (Tabela 2).

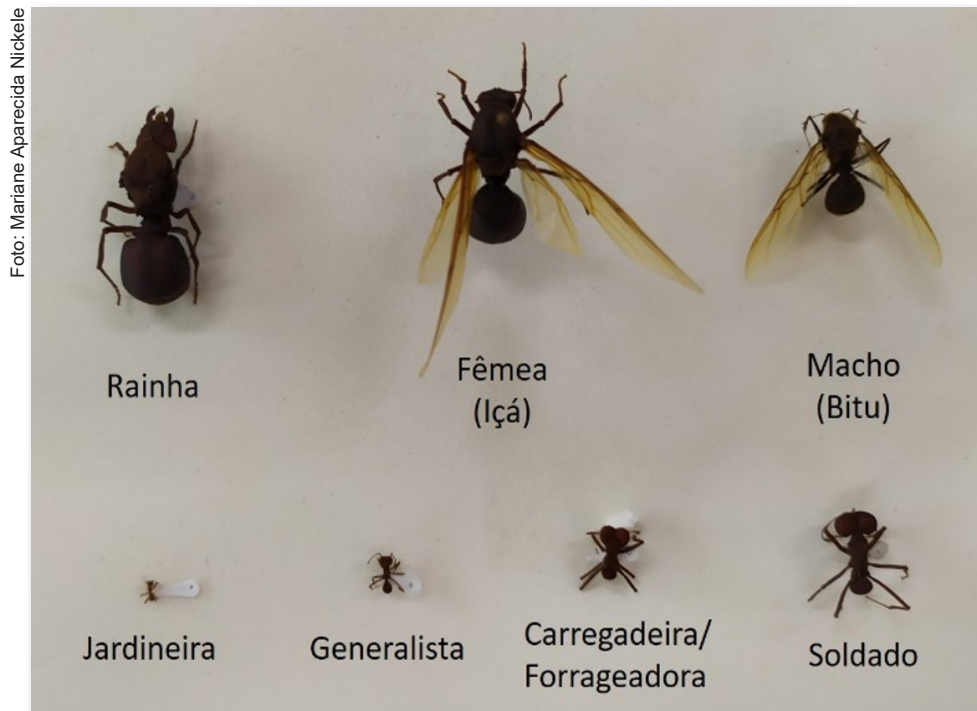


Figura 4. Organização social das castas de formigas cortadeiras.

Tabela 2. Castas de uma colônia de formigas e suas funções.

Casta		Tarefa
Casta temporária - Alados e sexuais	Machos	Os machos (bitus) fecundam as fêmeas durante a revoada.
	Fêmeas	As fêmeas (iças ou tanajuras) fundam as colônias, produzem os ovos e propagam a espécie.
Casta permanente - Operárias	Rainha	É a fêmea quando perde as asas (após a fundação da colônia).
	Jardineiras	São operárias menores, cujo trabalho é cuidar do jardim de fungo, da prole e da rainha.
	Generalistas	Desempenham vários tipos de atividade, como degradação da vegetação antes da incorporação no fungo, transporte de operárias, assistência à prole durante a muda, cuidados com a rainha e descarte de lixo.
	Cortadeiras, carregadeiras ou forrageadoras	Cortam e transportam o material vegetal e escavam as câmaras e canais.
	Soldados	São as maiores operárias, defendem a colônia e podem auxiliar no corte de plantas (presentes somente nas colônias de <i>Atta</i>).

Fundação da Colônia

A fundação da colônia é iniciada após o voo nupcial, onde ocorre a revoada de grande número de machos e fêmeas alados que se acasalam durante o voo. Antes de partir para o voo nupcial, a fêmea coleta um pedaço do fungo simbiote do ninho de origem e armazena-o em sua cavidade infra-bucal, para dar início ao cultivo do fungo que alimentará a nova colônia (Figura 5).

Após a fecundação, as fêmeas livram-se de suas asas, com o auxílio da musculatura do tórax e das pernas medianas e procuram o local mais apropriado para iniciar a construção de seu ninho. Após a escavação do ninho, a rainha regurgita o fungo e inicia a postura de ovos. A revoada ocorre anualmente em ninhos adultos (a partir de 38 meses de idade), geralmente na primavera (Hölldobler; Wilson, 1990, 2011).

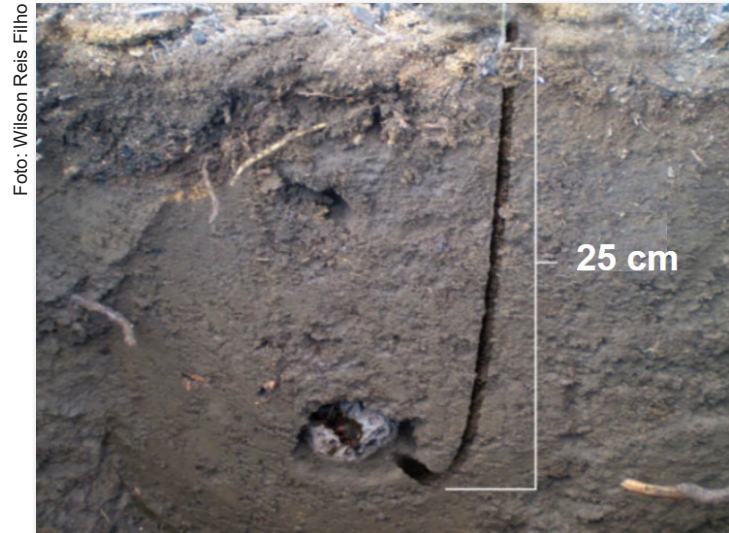


Figura 5. Vista interna de uma colônia recém-fundada de saúva.

Alimentação

As formigas cortadeiras coletam material vegetal de plantas em qualquer fase de desenvolvimento, dando preferência às partes mais jovens. O material vegetal coletado serve de substrato para o cultivo de um fungo simbiote, do qual as formigas se alimentam (Figura 6).

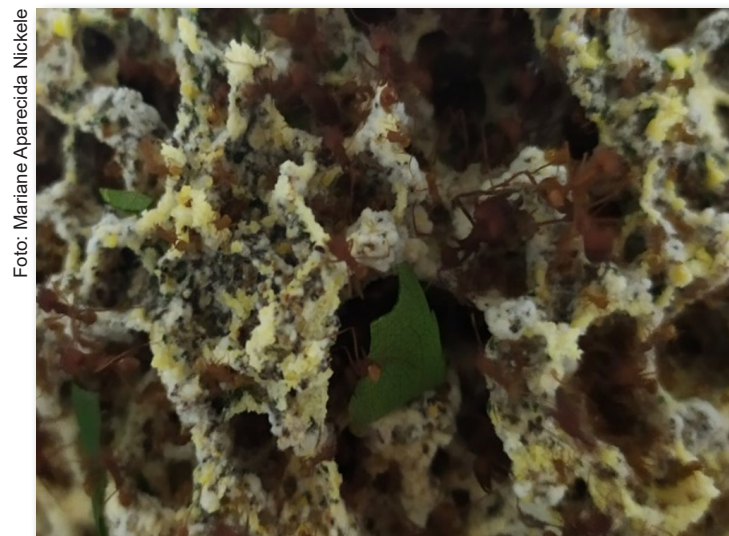


Figura 6. Detalhe do fungo cultivado pelas formigas cortadeiras com material vegetal.

Arquitetura dos ninhos

Os ninhos de quenquéns possuem de 1 a 26 câmaras. A maioria dos ninhos é superficial, mas podem chegar a 4 m de profundidade em algumas espécies (Figura 7) (Forti et al., 2006; Verza et al., 2007).

Os ninhos de saúvas podem possuir até 8 mil câmaras (painéis) e podem ser encontradas em profundidade de até 7 m (Moreira et al., 2004) (Figura 8).

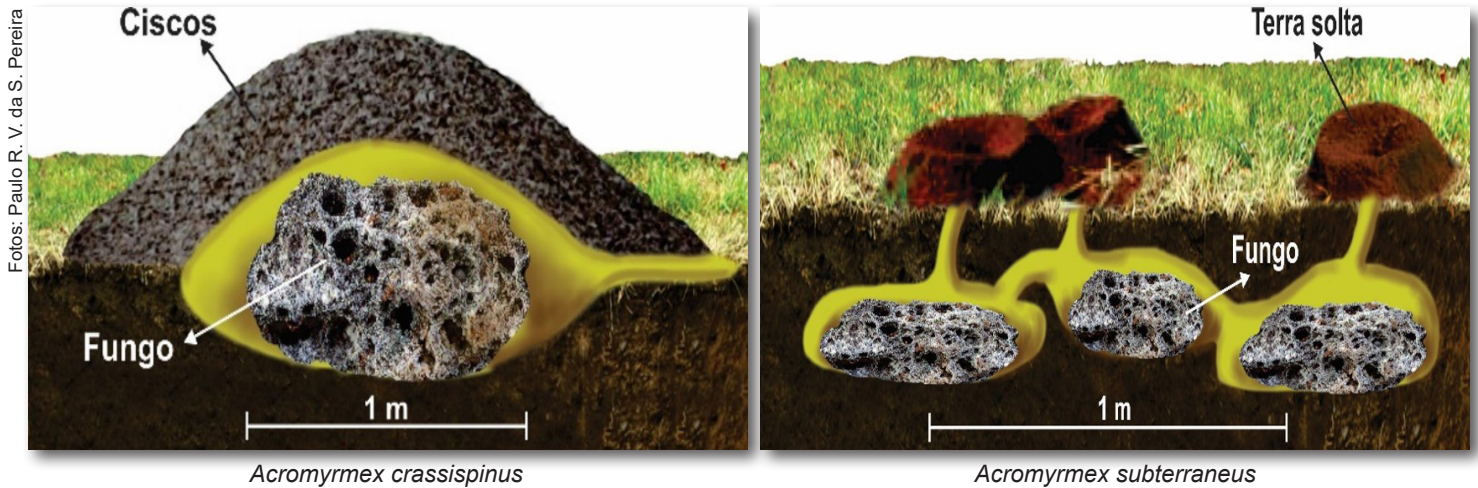


Figura 7. Estrutura de ninhos das espécies *Acromyrmex crassispinus* e *Acromyrmex subterraneus*.

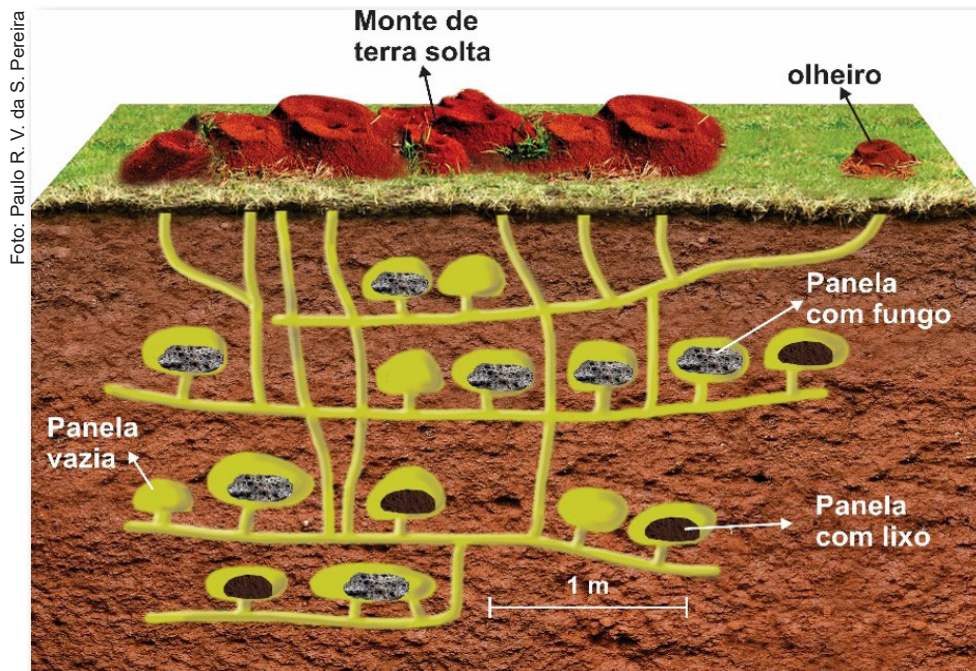


Figura 8. Estrutura do ninho da saúva *Atta sexdens*.

1.4 Formigas cortadeiras nas faixas de proteção do reservatório da Itaipu Binacional e áreas adjacentes

Avaliação de formigas cortadeiras em áreas de florestas x agricultura

As formigas cortadeiras são consideradas as mais importantes pragas de quase todas as culturas, podendo atacar as plantas de qualquer idade. Assim, estudos regionalizados do comportamento de formigas cortadeiras são importantes para entender a sua dinâmica populacional e para auxiliar nas estratégias de manejo desses insetos, nos locais em que são considerados pragas.

Para a avaliação da dinâmica populacional de formigas cortadeiras e comparação entre áreas de florestas e agricultura, recomenda-se instalar ao menos 12 transectos (linhas para a avaliação do terreno) de 250 metros de comprimento por 20 metros de largura em cada área, alocados de for-

ma que 125 metros fiquem dentro da área de floresta e 125 metros fiquem na área de agricultura. Sugere-se uma distância de, no mínimo, 500 metros entre os transectos de uma mesma área.

Em cada transecto deve ser registrado o número e o tamanho dos ninhos de formigas cortadeiras. Para obter o tamanho dos ninhos em metros quadrados, é necessário registrar a maior largura e o maior comprimento do monte de terra-solta ou monte de cisco (dependendo da espécie) e multiplicar as duas medidas.

No presente estudo, a identificação das espécies de formigas cortadeiras foi realizada pela especialista Dra. Mariane Aparecida Nickele.

Formigas cortadeiras nas faixas de proteção do reservatório da Itaipu Binacional e áreas adjacentes

A dinâmica populacional de ninhos de formigas cortadeiras foi avaliada durante dois anos consecutivos, nas seguintes composições florestais (Figura 9):

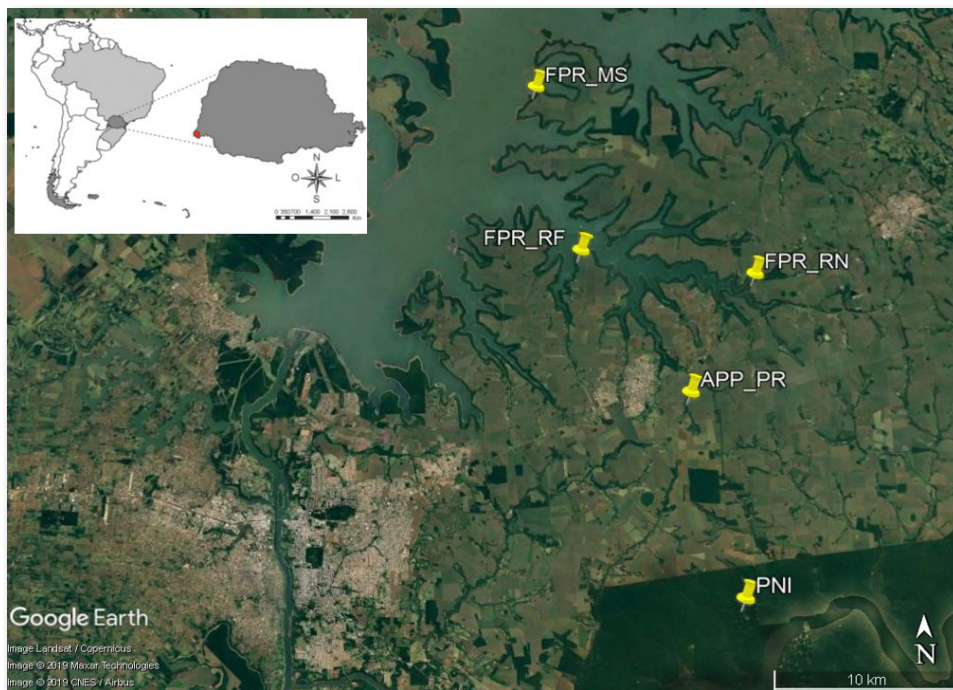


Figura 9. Localização das áreas de estudo. PNI: Parque Nacional do Iguaçu; FPR_MN: Faixa de Proteção do Reservatório formada por mata secundária, FPR_RN: regeneração natural; FPR_RF: reflorestamento; APP_PR: APP em propriedade rural.

- PNI: Parque Nacional do Iguaçu - área com cobertura vegetal primária de Floresta Estacional Semidecidual.
- FPR_MS: Faixa de Proteção do Reservatório formada por mata secundária – Área de Preservação Permanente com cobertura vegetal remanescente de Floresta Estacional Semidecidual.
- FPR_RN: Faixa de Proteção do Reservatório formada por regeneração natural – Área de Preservação Permanente com cobertura vegetal decorrente de processos naturais, composta por plantas regenerantes.

- FPR_RF: Faixa de Proteção do Reservatório formada por reflorestamento – Área de Preservação Permanente que foi reflorestada com espécies florestais diversas.
- APP_PR: Área de Preservação Permanente (APP) localizada em propriedade rural - Área de Preservação Permanente, entre o Parque Nacional do Iguaçu e as faixas de proteção do reservatório.

Todas essas áreas de florestas fazem divisa com áreas de agricultura (monocultivos de soja ou milho, dependendo da época do ano).

As avaliações foram realizadas em 12 transectos de cada área, durante o 1º semestre de 2017 (avaliações em janeiro e maio) e 2º semestre de 2017 (avaliação nos mesmos transectos realizada em julho e outubro). Em 2018, as avaliações foram realizadas da mesma maneira e meses que aquelas em 2017.

Nesse estudo verificou-se que todos os ninhos de *Atta* encontrados pertencem à espécie *Atta sexdens*, ocorrendo em todas as áreas de florestas e agricultura. Foram identificadas também quatro espécies de *Acromyrmex*: *A. subterraneus*, *A. balzani*, *A. coronatus* e *A. aspersus*. No entanto, mais de 80% dos ninhos de formigas cortadeiras encontrados eram da saúva-limão *A. sexdens*.

Não houve diferenças no número de ninhos por hectare da saúva-limão entre as áreas de floresta com as suas respectivas áreas de agricultura adjacentes. Entre as áreas de agricultura também não houve diferenças na densidade de ninhos. Já a densidade de ninhos de saúvas dentro do Parque Nacional do Iguaçu (que é a área mais preservada), quando comparado com as demais áreas, foi igual à densidade da Faixa de Proteção do Reservatório formada por mata secundária. A densidade de ninhos nas demais áreas de floresta foi significativamente superior em relação àquela ocorrida na área do parque (Figura 10). Outros estudos mostraram que *A. sexdens* é sensível às mudanças na cobertura vegetal, sendo que a densidade de colônias é elevada em habitats com alterações antrópicas, como pastagens (Fowler, 1983), plantações (Jaffé, 1986; Oliveira et al., 1998), no início de sucessão florestal (Vasconcelos; Cherrett, 1995) e em remanescentes florestais isolados (Rao, 2000; Terborgh et al., 2001).

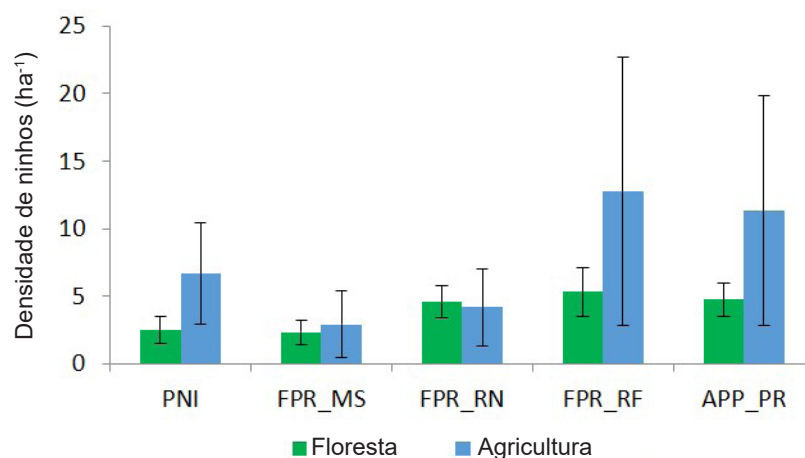


Figura 10. Densidade média \pm intervalo de confiança de ninhos de *Atta sexdens* por hectare, em áreas de floresta e agricultura. PNI: Parque Nacional do Iguaçu; FPR_MS: Faixa de Proteção do Reservatório formada por mata secundária, FPR_RN: regeneração natural; FPR_RF: reflorestamento; APP_PR: APP em propriedade rural.

A dinâmica populacional da saúva-limão varia ao longo do ano, com aumento da densidade, logo após as revoadas, que ocorrem na primavera, e diminuição logo em seguida, devido à alta mortalidade natural das colônias iniciais. Não houve diferenças na densidade de ninhos entre as áreas de floresta com as respectivas áreas de agricultura (Figura 10). No entanto, o tamanho dos ninhos variou entre essas áreas. Nas áreas de agricultura foram encontrados apenas ninhos iniciais ou ninhos menores que 1 m². A presença de ninhos grandes (> 25 m²) foi constatada apenas nas áreas de floresta (Figura 11). Esse resultado já era esperado, uma vez que nas áreas de agricultura foi realizado o controle de pragas, além do preparo do solo, que contribuiu para a mortalidade das colônias iniciais de formigas cortadeiras. O preparo do solo e o constante controle de pragas e doenças nas áreas agrícolas não permitiram o estabelecimento das colônias de formigas cortadeiras. Se não fossem esses cuidados, a densidade de ninhos de formigas cortadeiras poderia ter sido bem maior nas áreas de agricultura do que nas áreas de floresta. Isto, especialmente, porque as rainhas de *A. sexdens* preferem nidificar em ambientes abertos (Vasconcelos, 1990).

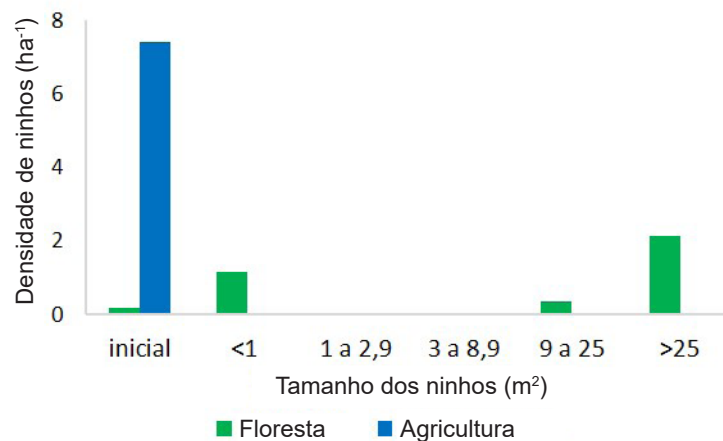


Figura 11. Densidade de ninhos de *Atta sexdens* por hectare, por classe de tamanho (em m²), em áreas de floresta e agricultura.

Houve uma tendência da maioria dos ninhos de saúvas estarem localizados nos primeiros metros de divisa entre as áreas de florestas e a agricultura. Embora a maior densidade de ninhos de formigas cortadeiras tenha sido constatada na faixa de transição entre a floresta e a agricultura, não foram observados ataques de formigas cortadeiras nas culturas de soja ou milho, no período avaliado. As formigas cortadeiras são bastante seletivas em relação às plantas que são utilizadas para o cultivo do seu fungo simbiote, assim observou-se que as formigas cortadeiras estavam forrageando apenas nas plantas localizadas dentro das áreas de florestas, devido à maior variedade de espécies vegetais que há nesses ambientes.

1.5 Recomendações para o manejo de formigas cortadeiras

O objetivo do manejo de formigas cortadeiras não é eliminá-las do ambiente, mas sim reduzir a sua população nos locais em que causam prejuízos econômicos.

Áreas abertas são ambientes propícios à colonização por formigas cortadeiras durante a época de revoada dos reprodutores (primavera), levando a altas infestações de ninhos dessas formigas. Assim, deve haver um monitoramento contínuo em ambientes rurais para a realização de ações de combate às formigas cortadeiras.

A seguir são apresentadas algumas recomendações para o manejo de formigas cortadeiras:

Monitoramento

A inspeção de áreas de plantio e arredores deve ser realizada em busca de sinais da presença de formigas cortadeiras, que são a ocorrência de ninhos (Figuras 2 e 3), de plantas cortadas (Figura 12) e de trilhas físicas de forrageamento, com ou sem a presença de formigas (Figura 13). O ataque de formigas cortadeiras em plantas pode ser facilmente reconhecido, pois o corte realizado por essas formigas apresenta o formato de semicírculo nas folhas. Isso decorre do fato de que as operárias ancoram as pernas posteriores na extremidade da folha e giram ao redor da folha, cortando-as (Figura 11).

Fotos: Wilson Reis Filho

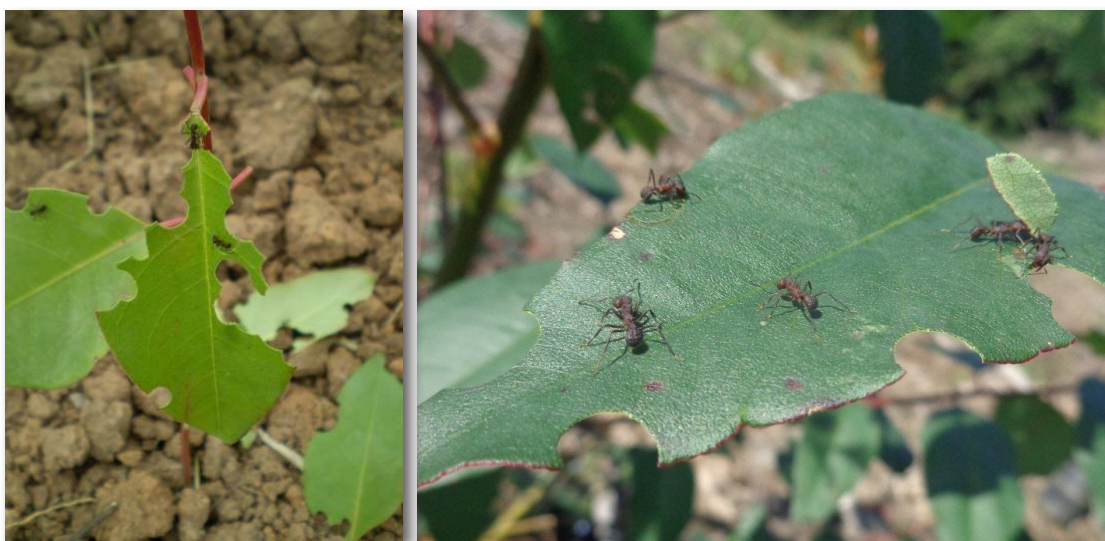


Figura 12. Ataque de formigas cortadeiras em plantas de eucalipto.

Foto: Wilson Reis Filho



Figura 13. Trilhas físicas de forrageamento de formigas cortadeiras.

Controle cultural e mecânico

A escavação do ninho com enxada ou enxadão e extermínio da rainha é uma forma de controle viável em áreas pequenas, mas recomendada apenas para o controle de ninhos iniciais de saúvas ou ninhos superficiais de quenquéns. A aração e gradagem do solo também podem servir como controle de ninhos iniciais e/ou superficiais.

Em áreas pequenas, para evitar que as formigas subam nas plantas para cortá-las, sugere-se o uso de barreiras físicas, como cones produzidos com lâmina de acetato (Figura 14), ou tiras plásticas embebidas com graxa ou vaselina ou a aplicação de um filete de pasta aderente (antiformiga ou pasta repelente de pombos), no tronco da planta.

Controle químico

O controle químico é o método mais utilizado para o controle de formigas cortadeiras e recomendado em áreas extensas de plantios agrícolas ou florestais. Dentre os métodos químicos estão a termonebulização, o pó seco, e as iscas granuladas.

• Termonebulização

A termonebulização consiste em transformar um formicida líquido em neblina, introduzindo-a no interior dos formigueiros, utilizando um equipamento chamado “termonebulizador”, sendo recomendada para o controle de saúveiros grandes.

A aplicação é feita diretamente nos orifícios sobre o monte de terra solta, colocando a mangueira de escape e aguardando o refluxo da fumaça. Quando houver o refluxo da fumaça, deve-se tapar os olheiros e mudar o orifício de aplicação.

Apesar da alta eficiência, a termonebulização apresenta grandes desvantagens operacional e econômica, pois requer o transporte e manutenção de equipamentos e formulação especial do formicida. Além de apresentar alto risco de intoxicação dos operadores e riscos ambientais de contaminação do solo.

• Pó seco

Os formicidas em pó matam as formigas pelo contato direto com o produto ao ser aplicado no olheiro, por meio de uma polvilhadeira manual (Figura 15).

O uso de pó seco é recomendado somente para o controle de espécies de formigas cujos ninhos sejam pouco profundos, já que não é capaz de atingir o interior de colônias muito grandes. Se o solo estiver muito úmido também não deve ser utilizado, pois o produto pode ficar aderido às paredes do formigueiro. Apresenta alto esforço físico e riscos de intoxicação dos operadores.



Figura 14. Cone utilizado como barreira física para evitar o acesso das formigas à parte aérea da planta.



Figura 15. Controle de quenquém com pó seco utilizando uma polvilhadeira manual.

- Isca formicida granulada

O uso de iscas granuladas é o mais recomendado, por apresentar baixo custo e boa eficiência quando bem aplicadas, além de maior rendimento em campo.

Consiste na mistura do ingrediente ativo (químico) com um atrativo para as formigas (ex.: bagaço de laranja), e apresentado em forma de pellet (grão). As iscas granuladas são levadas pelas formigas para o interior do ninho, onde é processada da mesma maneira que o material vegetal. Dessa maneira, há a contaminação das formigas por ingestão.

Para a utilização da isca formicida granulada deve-se levar em consideração o gênero da formiga a ser combatida.

No caso das saúvas, há necessidade de medir a área de terra solta do formigueiro para calcular a quantidade de isca a ser utilizada, que é 10 g/m² de terra solta. A área de terra solta é medida multiplicando-se o maior comprimento pela maior largura do monte de terra (Figura 16). A única exceção é para a saúva-parda (*Atta capiguara*), comum em áreas de pastagens, em que o cálculo das dimensões de largura e comprimento deve incluir também os limites de olheiros existentes ao redor do monte de terra solta (Figura 17).

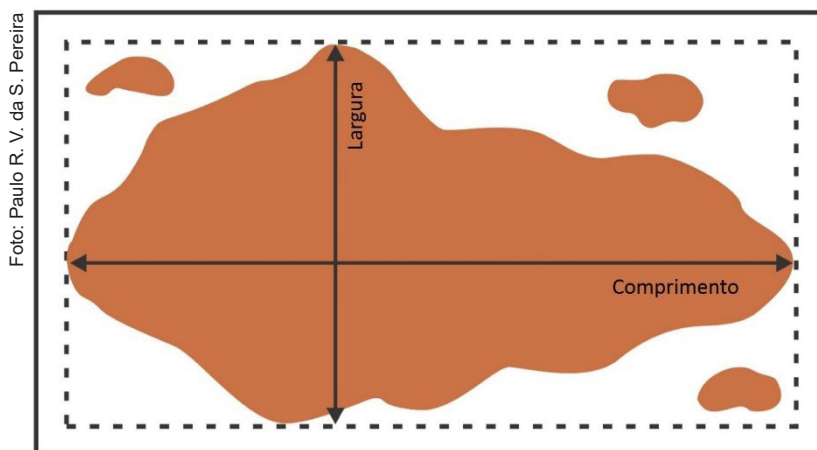


Figura 16. Esquema de medição da área do ninho de saúvas.

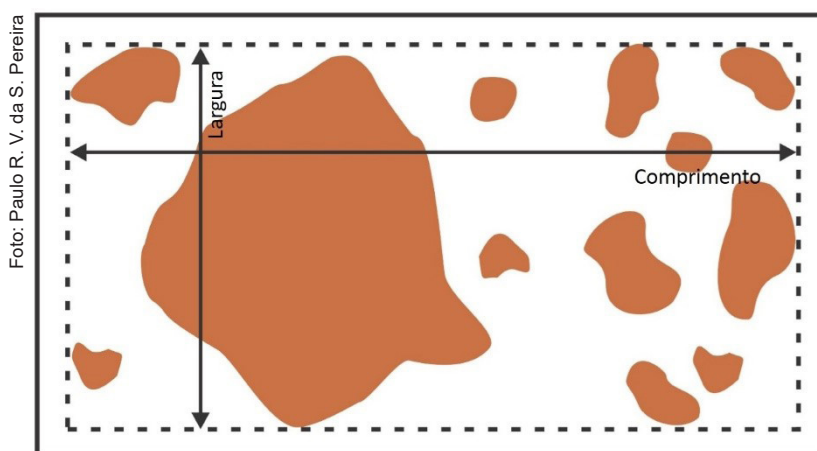


Figura 17. Esquema de medição da área do ninho da saúva-parda - *Atta capiguara*.

Deve-se distribuir a quantidade de iscas recomendada em todas as trilhas (carreiros) as quais levam aos olheiros de alimentação.

No caso das espécies de *Acromyrmex* que fazem ninhos de monte de terra solta, recomenda-se aplicar uma isca de 5 g por olheiro ativo, se o princípio ativo for o fipronil ou a sulfluramida. No caso das espécies de *Acromyrmex* que fazem ninhos de monte de ciscos, recomenda-se aplicar 5 g de isca por ninho, colocada ao lado da trilha mais ativa, já que essas formigas fazem ninhos superficiais com apenas uma câmara.

Uso de porta-iscas: A ocorrência de chuva, solo úmido ou neblina muito intensa pode umedecer a isca, quando aplicada a granel. Se a isca umedecida mofar, as formigas não a levam para o formigueiro. Para contornar esse problema, podem ser utilizados o micro-porta-iscas comercializados na forma de sachês (Figura 18), porta-iscas comerciais (Figura 19) ou o produtor rural pode fazer o seu próprio porta-isca (sugestão na Figura 20).

Foto: Wilson Reis Filho



Figura 18. Micro-porta-iscas comercializado na forma de sachês.

Foto: Wilson Reis Filho



Figura 19. Porta-iscas que pode ser adquirido comercialmente.



Foto: Wilson Reis Filho

Figura 20. Sugestão de porta isca para proteger as iscas.

As vantagens do uso de porta-iscas são que ele protege a isca da umidade natural do ambiente, faz com que não seja necessário a procura dos ninhos, permitem recolher a sobra de isca, caso as formigas não carreguem tudo e permitem economia de mão-de-obra.

- Cuidados na aplicação de formicidas

Alguns cuidados muito importantes devem ser tomados para garantir a segurança e eficiência de aplicação de produtos químicos, no controle de formigas cortadeiras, tais como:

- a) Consultar, no rótulo, se o produto a ser utilizado tem registro no Ministério da Agricultura. Em caso de dúvida, consulte um técnico do município. O formicida só é eficiente quando bem utilizado.
- b) Usar EPIs (equipamentos de proteção individual) é obrigatório para a realização da atividade de controle de formigas.
- c) Não manipular a isca sem luvas apropriadas, pois trata-se de um inseticida que pode oferecer risco à saúde do operador e, além disso, a manipulação sem luvas pode fazer com que as formigas rejeitem e devolvam a isca; o mesmo pode acontecer se a isca for armazenada com produtos que repelem as formigas (combustível, solventes, graxa e similares).
- d) Colocar a isca ao lado das trilhas, próximo ao olheiro de forrageamento e nunca perturbar o ninho e nem as trilhas das formigas.
- e) No caso de falhas no controle com iscas, fazer a reaplicação do formicida com uma outra formulação, pois a formiga não aceita a isca pela segunda vez, ao menos que se dê um prazo de 120 dias para o repasse.

- Legislação

Conforme prevê a Portaria nº 212/15 da Adapar (Paraná, 2015), o manejo de formigas cortadeiras é obrigatório em áreas agrícolas no estado do Paraná.

No entanto, o uso de pesticidas é proibido em áreas de florestas nativas, conforme prevê a legislação de crimes ambientais (Lei Federal nº 9.605/98 (Brasil, 1998) e Decreto Federal nº 6.514/08 (Brasil, 2008).

2 Formigas como bioindicadores

2.1 Introdução

As formigas são insetos importantes aos ecossistemas naturais e alterados, cumprindo uma variedade de funções ecológicas, devido aos seus hábitos de nidificação, amplo espectro de alimentação e associação com numerosas espécies de plantas e animais (Hölldobler; Wilson, 1990).

As formigas são organismos utilizados para avaliar a restauração ambiental, pois influenciam diretamente na qualidade do solo, remobilizando os materiais e influenciando na absorção de água, aeração e penetração de raízes, tornando-se uma ferramenta importante na condução do processo de recuperação florestal (Wink et al., 2005). Desde a década de 1980, as formigas vêm sendo utilizadas como bioindicadores em diversas áreas, tais como em locais de ocorrência de incêndios, desmatamentos e exploração madeireira, intensificação da agricultura, mineração, entre outros (Majer, 1983; Ribas et al., 2012). O uso de tais bioindicadores pode dar indícios do nível de desenvolvimento de um ambiente em diferentes fases de reconstituição, os quais podem ser avaliados pela estrutura de determinadas espécies e, ou a composição de espécies presentes em cada ambiente.

As formigas são utilizadas como bioindicadores principalmente pelas seguintes características: grande abundância e presença em todos os ambientes terrestres, tanto no habitat intacto, como em áreas perturbadas; por sua diversidade, plasticidade comportamental e sua importância ecológica e funcional em quase todos os níveis tróficos de um ecossistema (como predadoras, detritívoras, mutualistas, herbívoras etc.); pela facilidade com que elas são capturadas; e sua sensibilidade à alteração do ambiente (Majer, 1983). Assim, as formigas são indicadores úteis não apenas porque são sensíveis às mudanças ambientais, mas também porque são espécies-chave em vários processos ecológicos, fornecendo inferências confiáveis sobre as implicações ecológicas e funcionais que os impactos ambientais podem causar nos ecossistemas (Ribas et al., 2012).

Assim, avaliar a diversidade e composição de formigas de solo indicadores na região do entorno do reservatório da Itaipu Binacional torna-se importante para verificar como está o grau de recuperação florestal das faixas de proteção do reservatório ao compará-las com a biodiversidade de formigas do Parque Nacional do Iguaçu e áreas adjacentes.

2.2 Metodologia para coleta de formigas indicadoras na região do entorno do reservatório da Itaipu Binacional

Para avaliar o impacto e a recuperação dessas áreas degradadas, foi proposto um modelo de levantamento da população de espécies de formigas nas áreas impactadas pela ação humana, bem como nas áreas com vegetação nativa preservada (controle).

Na metodologia sugerida, foram definidos transectos a cada 500 m, em cada área de estudo. As coletas poderão ser feitas em cada estação do ano, amostrando pelo menos três transectos de cada área (Figura 21). Para as coletas de espécimes, foi recomendado o uso de armadilhas de solo do tipo *pitfall*, para capturar as formigas durante o seu deslocamento na superfície do solo. Essas armadilhas consistem em potes plásticos (semelhante a copos descartáveis) com capacidade de 300 mL (8 cm de diâmetro por 11 cm de altura), que são enterrados até coincidir com a superfície no solo. No seu interior são colocados 200 mL de uma solução com água, detergente (5%) e sal (5%) (Figuras 22 e 23). O objetivo desta solução é capturar e preservar as formigas coletadas. O deter-

gente quebra a tensão superficial da água, fazendo com que as formigas afundem rapidamente na solução. E o sal ajuda na conservação dos espécimes capturados.

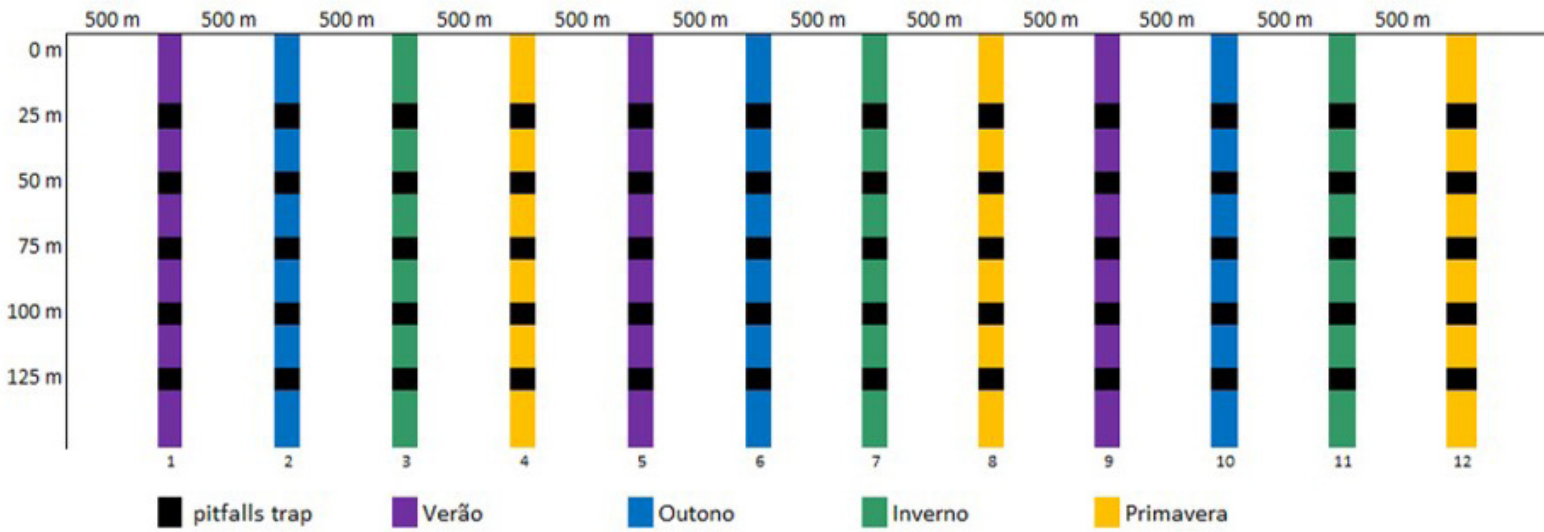


Figura 21. Esquema de distribuição dos transectos e instalação de armadilhas de solo do tipo *pitfall*.

Foto: Luis C. R. Silva



Figura 22. Instalação das armadilhas de solo do tipo *pitfall*.

Foto: Mariane Aparecida Nickele



Figura 23. Armadilhas de solo do tipo *pitfall* recém-instalada.

Recomenda-se a instalação de cinco armadilhas por transecto, distanciadas 25 m uma da outra, sendo a primeira armadilha instalada a 25 m da divisa entre a área de mata e a área de agricultura (Figura 21). As armadilhas devem permanecer no campo, por um período de 48 horas, quando então seu conteúdo deverá ser coletado (Figura 24).

Foto: Luis C. R. Silva



Figura 24. Armadilhas de solo do tipo *pitfall*, após 48 horas de instalação.

O conteúdo de cada armadilha deve ser acondicionado separadamente em potes ou sacos plásticos (Figura 25), devidamente etiquetados, para posterior triagem e identificação. A etiqueta deve ser de papel vegetal e escrita a lápis, contendo as seguintes informações da área de coleta: transecto, número do pitfall, data da coleta e identificação do coletor. Também é importante a localização georreferenciada de cada área.

Foto: Luis C. R. Silva



Figura 25. Coleta do conteúdo da armadilha no campo.

A seguir, em laboratório, deverá ser realizada a substituição do líquido de cada armadilha por álcool 92,8% (Figura 26). Nessa pré-triagem é necessário utilizar uma peneira de malha bem fina, despejando o líquido a ser substituído sob bandejas brancas, atentando para que nenhum exemplar de formiga caia na bandeja, armazenando o material coletado em potes plásticos contendo a etiqueta.

Foto: Luis C. R. Silva



Figura 26. Pré-triagem do material logo após a coleta para acondicionamento do material coletado em frascos com álcool.

Posteriormente, deve ser realizada a triagem para a separação das formigas dos outros insetos/ artrópodes, além de eventuais fragmentos de vegetais ou solo (Figura 27). Essa triagem deve ser realizada sob lupa devido ao tamanho diminuto de alguns espécimes de formigas, utilizando um aumento de, no mínimo, 20 vezes. As formigas devem ser armazenadas em potes plásticos (como coletor universal, eppendorf, entre outros, dependendo da quantidade de material), contendo álcool 92,8% (ou de preferência álcool absoluto, caso exista a possibilidade de estudos moleculares dos espécimes, no futuro) para a conservação.

Foto: Mariane Aparecida Nickele

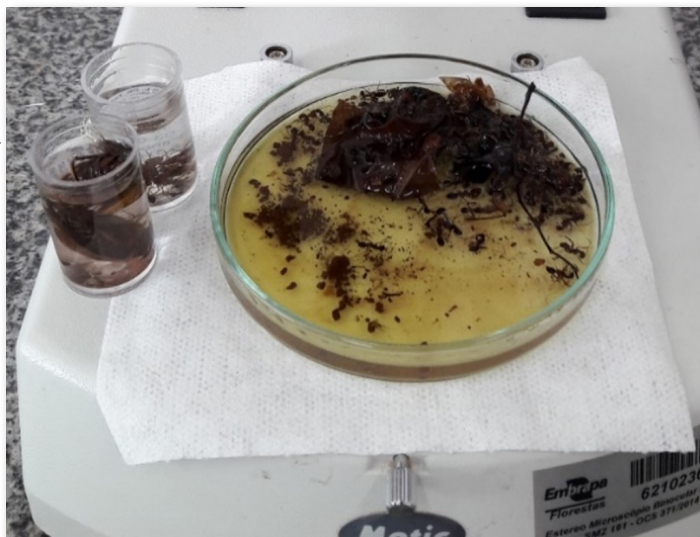


Figura 27. Triagem para a separação das formigas de outros insetos/ artrópodes.

Feita a triagem, as formigas deverão ser enviadas aos especialistas para a identificação das espécies. No presente estudo, a identificação preliminar das formigas foi realizada pela Dra. Mariane Aparecida Nickele. Uma amostra de cada espécie foi encaminhada ao departamento de Zoologia, da Universidade Federal do Paraná, para a confirmação da identificação das espécies de formigas e depósito do material na “Coleção Entomológica Padre Jesus Santiago Moure”, desta mesma instituição. A confirmação e, ou identificação das espécies de formigas foi realizada pelo professor Dr. Rodrigo dos Santos Machado Feitosa, que é especialista em taxonomia e sistemática de formigas, e a identificação das espécies do gênero *Pheidole* foi realizada pelo Dr. Alexandre Casadei Ferreira, que é especialista nesse grupo.

2.3 Comunidade de formigas nas faixas de proteção do reservatório da Itaipu Binacional e áreas adjacentes

A partir da expropriação das áreas destinadas para a formação do reservatório da Itaipu Binacional, em 1979, a empresa investiu na implantação das Faixas de Proteção do Reservatório que, hoje, encontram-se com cobertura florestal em diferentes estágios de desenvolvimento. Com ações de reflorestamento e parcerias, a Itaipu Binacional possibilitou também a conexão entre o Parque Nacional do Iguaçu e o Parque Nacional de Ilha Grande e, ao estabelecer o Corredor Ecológico Santa Maria, interligou os dois parques à Fazenda Santa Maria e às Faixas de Proteção do Reservatório, na intenção de manter o fluxo gênico das espécies locais (Itaipu, 2015).

Assim, foi avaliada a diversidade de formigas indicadoras nessa região, para verificar a eficácia das técnicas de restauração florestal utilizadas na Faixa de Proteção do Reservatório da Itaipu Binacional, comparando a riqueza e composição de espécies de formigas com áreas adjacentes, como o Parque Nacional do Iguaçu, uma APP em propriedade rural e uma área de agricultura.

As coletas foram realizadas no ano de 2017, conforme sugerido no tópico 3.1 e foram identificadas 171 espécies de formigas, sendo três espécies de formigas novas para a ciência: *Pheidole* sp. nov. 1, coletada apenas na APP em propriedade rural; *Pheidole* sp. nov. 2, coletada em todas as áreas de florestas e agricultura; e *Pheidole* sp. nov. 3, coletada apenas na Faixa de Proteção do Reservatório formada por mata secundária.

O maior número de espécies de formigas ocorreu nas áreas de floresta. A APP localizada em propriedade rural apresentou a maior riqueza de espécies (n=94), seguida pelo Parque Nacional do Iguaçu (n=87), Faixa de Proteção do Reservatório formada por regeneração natural (n=82), Faixa de Proteção do Reservatório formada por reflorestamento (n=71) e Faixa de Proteção do Reservatório formada por mata secundária (n=64). A área de agricultura apresentou a menor riqueza de espécies, com apenas 27 espécies. Na área de transição/divisa entre as florestas e a agricultura foram coletadas 86 espécies de formigas.

Mediante análises de similaridade para comparar a composição de espécies de formigas entre as áreas, verificou-se que a composição de espécies da área de agricultura é claramente diferente da composição de espécies das áreas de floresta. Mas, entre as áreas de florestas, também ocorre dissimilaridades na composição de espécies de formigas.

A menor riqueza de espécies de formigas em áreas de agricultura era esperada, já que áreas agrícolas possuem menor diversidade estrutural. Ambientes degradados ou com baixa diversificação vegetal, principalmente monoculturas, apresentam limitações à presença de alguns organismos, devido à falta de recursos proporcionados por estes ambientes (Pereira et al., 2007). Nesses ambientes a maioria das espécies de formigas apresentou hábitos generalistas, podendo nidificar em diversos tipos de ambientes e utilizar variadas fontes de alimento. Além disso, a menor diversidade de formigas nas áreas de agricultura pode ser atribuída à aplicação de defensivos no controle de pragas, doenças e plantas daninhas, além da perturbação mecânica e compactação do solo; a ausência ou escassa quantidade de serapilheira, que possivelmente diminui a quantidade e qualidade dos recursos disponíveis; e a exposição das espécies à maior amplitude térmica (Dias et al., 2008; Lapola; Fowler, 2008).

As Faixas de Proteção do Reservatório estão em processo de recuperação florestal há aproximadamente 35 anos, mas a composição de espécies de formigas dessas áreas ainda difere da composição do Parque Nacional do Iguaçu. Estimativas revelam que são necessários de 50 a centenas de

anos para uma completa recuperação na composição de espécies de formigas em florestas secundárias (Bihn et al., 2008). No entanto, o presente estudo demonstra que, independente do grau de recuperação florestal, as Áreas de Preservação Permanente apresentam grande importância para a conservação da biodiversidade. A descoberta nessas áreas de três espécies de formigas novas para a ciência reforça a importância ecológica desses ambientes. Além disso, o estudo demonstrou a grande importância do Parque Nacional do Iguaçu como Unidade de Conservação dentro do Bioma Mata Atlântica.

2.4 Formigas indicadoras no entorno do reservatório da Itaipu Binacional e áreas adjacentes

A seguir são apresentadas as espécies de formigas que estão intimamente ligadas aos ambientes de florestas e agricultura, localizados no entorno do reservatório da Itaipu Binacional. Com estas informações será possível avaliar, no futuro, se as áreas que estão em processo de recuperação florestal reestabeleceram a sua biodiversidade, ao compará-las com a biodiversidade de formigas do Parque Nacional do Iguaçu.

Parque Nacional do Iguaçu

O estudo no Parque Nacional do Iguaçu foi realizado no lado brasileiro, onde foi detectado o maior número de espécies de formigas indicadoras, sendo cinco espécies de *Pheidole*, duas espécies de *Camponotus* e de *Linepithema*, além de uma espécie de *Acromyrmex* e de *Gnamptogenys* (Figura 28).



Figura 28. Espécies de formigas indicadoras do Parque Nacional do Iguaçu, do lado brasileiro.

Faixa de proteção do reservatório formada por mata secundária

A espécie *Pheidole* cf. *radoszkowskii* é considerada indicadora dessa área (Figura 29).



Figura 29. Espécie de formigas indicadoras da Faixa de Proteção do Reservatório formada por mata secundária.

Faixa de proteção do reservatório formada por regeneração natural

Não foi determinada nenhuma espécie indicadora dessa área. Isso ocorreu pela alta similaridade dessa área com a faixa de proteção do reservatório formada por mata secundária e também com a faixa de proteção do reservatório que foi reflorestada.

Faixa de proteção do reservatório formada por reflorestamento

Nessa área, as espécies indicadoras são *Acromyrmex subterraneus* e *Pheidole leonina* (Figura 30).

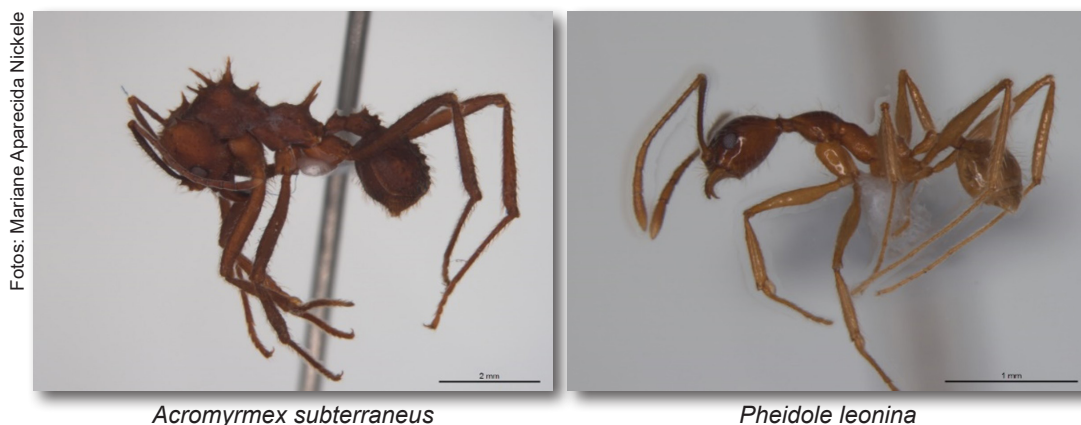


Figura 30. Espécie de formigas indicadoras da Faixa de Proteção do Reservatório formada por reflorestamento.

Área de Preservação Permanente localizada em propriedade rural

Na área de preservação permanente localizada em propriedade rural, as espécies *Wasmannia auropunctata* e *Pheidole sigillata* são consideradas indicadoras desse tipo de área (Figura 31).



Figura 31. Espécie de formigas indicadoras da Área de Preservação Permanente localizada em propriedade rural.

Agricultura

As espécies *Solenopsis* sp.5, *Dorymyrmex brunneus*, *Solenopsis invicta* e *Pheidole cornicula* são consideradas indicadoras desse ambiente (Figura 32).



Figura 32. Espécie de formigas indicadoras da Área de Agricultura.

Agradecimentos

À Itaipu Binacional pelo apoio financeiro, logístico e técnico e cessão das áreas para os estudos. Aos administradores do Parque Nacional do Iguaçu pela autorização à realização dos experimentos nas áreas do parque. Ao proprietário da fazenda Santa Maria pela cessão da área de APP em propriedade rural e aos demais proprietários das áreas de agricultura que fazem divisa com as áreas florestais avaliadas. Ao professor da UFPR, Dr. Rodrigo dos Santos Machado Feitosa e ao Dr. Alexandre Casadei Ferreira pela confirmação e, ou identificação das espécies de formigas. Ao professor da UFPR, Dr. Marcio Roberto Pie e à analista da Embrapa Florestas Luziane Franciscon pelo auxílio nas análises estatísticas. À Funpar pela administração financeira do projeto.

Referências

- BIHN, J. H.; VERHAAGH, M.; BRÄNDLE, M.; BRANDL, R. Do secondary forests act as refuges for old growth forest animals? Recovery of ant diversity in the Atlantic forest of Brazil. **Biological Conservation**, v. 141, n. 3, p. 733-743, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.12.028>.
- BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008**. Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6514.htm>. Acesso em: 13 maio 2020.
- BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm>. Acesso em: 13 maio 2020.
- DE FINE LICHT, H. H.; SCHIOTT, M.; MUELLER, U. G.; BOOMSMA, J. J. Evolutionary transitions in enzyme activity of ant fungus gardens. **Evolution**, v. 64, n. 7, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2010.00948.x>.
- DIAS, N. S.; ZANETTI, R.; SANTOS, M. S.; LOUZADA, J.; DELABIE, J. Interação de fragmentos florestais com agroecossistemas adjacentes de café e pastagem: respostas das comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae). **Iheringia. Serie Zoologia**, v. 98, n. 1, p. 136-142, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0073-47212008000100017>.
- FARJI-BRENER, A. G.; GHERMANDI, L. Leaf-cutting ant nests near roads increase fitness of exotic plant species in natural protected areas. **Proceedings of the Royal Society of London B**, v. 275, p. 1431-1440, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1098/rspb.2008.0154>.
- FORTI, L. C.; ANDRADE, M. L. de; ANDRADE, A. P. P.; LOPES, J. F. S.; RAMOS, V. M. Bionomics and identification of *Acromyrmex* (Hymenoptera: Formicidae) through an illustrated key. **Sociobiology**, v. 48, p. 135-156, 2006.
- FOWLER, H. G. Distribution patterns of Paraguayan leaf-cutting ants (*Atta* and *Acromyrmex*) (Formicidae: Attini). **Studies in Neotropical Fauna and the Environment**, v. 18, p. 121-138, 1983. DOI: <https://doi.org/10.1080/01650528309360626>.
- HERNÁNDEZ, J. V.; JAFFÉ, K. Dano econômico causado por populações de formigas *Atta laevigata* (F. Smith) em plantações de *Pinus caribaea* Mor. e elementos para o manejo da praga. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 24, p. 287-298, 1995.
- HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants**. Cambridge: Harvard University Press, 1990. 732 p.
- HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The leafcutter ants: civilization by instinct**. New York: Norton, 2011. 160 p.
- ITAIPU. **Meio ambiente: conservação da biodiversidade**. 2015. Disponível em: <<https://www.itaipu.gov.br/sites/default/files/rs2015/pt/conversao-da-biodiversidade.html>>. Acesso em: 16 dez. 2019.
- JAFFÉ, K. Control of *Atta* spp. in pine tree plantations in the Venezuelan Llanos. In: VANDER MEER, R.; LOFGREN, C. S. (Ed.). **Fire ants and leaf cutting ants: biology and management**. Boulder: Westview Press, 1986. p. 409-416.
- LAPOLA, D. M.; FOWLER, H. G. Questioning the implementation of habitat corridors: a case study in interior São Paulo using ants as bioindicators. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, p. 11-20, 2008.

MAJER, J. D. Ants: bio-indicators of minesite rehabilitation, land-use, and land conservation. **Environmental Management**, v. 7, p. 375-383, 1983.

MOREIRA, A. A.; FORTI, L. C.; ANDRADE, A. P. P.; BOARETTO, M. A. C.; LOPES, J. F. S. Nest architecture of *Atta laevigata* (F. Smith, 1858) (Hymenoptera: Formicidae). **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 39, p. 109-116, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1080/01650520412331333756>.

MOUTINHO, P.; NEPSTAD, D.; DAVIDSON, E. Influence of leaf-cutting ant nests on secondary forest growth and soil properties in Amazonia. **Ecology**, v. 84, n. 5 p. 1265-1276, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2003\)084\[1265:IOLANO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2003)084[1265:IOLANO]2.0.CO;2).

OLIVEIRA, M. A.; DELLA-LUCIA, T. M.; ANJOS, N. Occurrence and nest density of leaf-cutting ants under eucalypt plantations in south Bahia. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 42, p. 17-21, 1998.

PARANÁ. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. Agência de Defesa Agropecuária do Paraná. **Portaria nº 212, de 29 de outubro de 2015**. Disponível em: <http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/GABINETE/PORTARIAS/2015/212_15.pdf>. Acesso em: 16 dez. 2019.

PEREIRA, M. P. D. S.; QUEIROZ, J. M.; VALCARCEL, R.; MAYHÉ-NUNES, A. J. Fauna de formigas como ferramenta para monitoramento de área de mineração reabilitada na Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ. **Ciência Florestal**, v. 17, n. 3, p. 197-204, 2007. DOI: <https://doi.org/10.5902/198050981951>.

PIKART, T. G.; SOUZA, G. K.; ZANUNCIO, T. V.; ZANETTI, R.; POLANCZYK, R. A.; SERRÃO, J. C.; ZANUNCIO, J. C. Dispersion of seeds of tree species by the leaf-cutting ant *Acromyrmex subterraneus molestans* (Hymenoptera: Formicidae) in Viçosa, Minas Gerais State, Brazil. **Sociobiology**, v. 56, p. 645-652, 2010.

RAO, M. Variation in leaf-cutter ant (*Atta* sp.) densities in forest isolates: the potential role of predation. **Journal of Tropical Ecology**, v. 16, p. 209-225, 2000.

RIBAS, C. R.; CAMPOS, R. B. F.; SCHMIDT, F. A.; SOLAR, R. R. C. Ants as indicators in Brazil: a review with suggestions to improve the use of ants in environmental monitoring programs. **Psyche: a Journal of Entomology**, v. 2012, article ID 636749, p. 1-23, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1155/2012/636749>.

TERBORGH, J.; LOPEZ, L.; NUNEZ, V. P.; RAO, M.; SHAHABUDDIN, G.; ORIHUELA, G.; RIVEROS, M.; ASCANIO, R.; ADLER, G. H.; LAMBERT, T. D.; BALBAS, L. Ecological meltdown in predator-free forest fragments. **Science**, v. 294, p. 1923-1926, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1064397>.

VASCONCELOS, H. L.; CHERRETT, J. M. Changes in leaf-cutting ant populations (Formicidae: Attini) after the clearing of mature forest in Brazilian Amazonia. **Studies in Neotropical Fauna and the Environment**, v. 30, n. 2, p. 107-113, 1995. DOI: <https://doi.org/10.1080/01650529509360947>.

VASCONCELOS, H. L. Habitat selection by the queens of the leaf-cutting ant *Atta sexdens* L. in Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 6, n. 2, p. 249-252, 1990. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0266467400004405>.

VERZA, S. S.; FORTI, L. C.; LOPES, J. F. S.; HUGHES, W. O. H. Nest architecture of the leaf-cutting ant *Acromyrmex rugosus rugosus*. **Insectes Sociaux**, v. 54, p. 303-309, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00040-007-0943-8>.

WINK, C.; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K.; ROVEDDER, A. P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de Ciências Agro Veterinárias**, v. 4, p. 60-71, 2005.

ZANETTI, R.; JAFFÉ, K.; VILELA, E. F.; ZANUNCIO, J. C.; LEITE, H. G. Efeito da densidade e do tamanho de saúveiros sobre a produção de madeira em eucaliptais. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, p. 105-112, 2000.

Embrapa

Florestas

Apoio



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

