

LARISSA DE SOUZA FIETTO

**FORMIGAS NO CONTEXTO DO PIOR DESASTRE AMBIENTAL DA  
HISTÓRIA DO BRASIL: MUDANÇAS NA COMUNIDADE DE  
FORMIGAS EM ÁREA A JUSANTE AO ROMPIMENTO DA  
BARRAGEM DE FUNDÃO, EM MARIANA, MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia para obtenção do título de Magister Scientiae.

VIÇOSA - MG  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2019

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

F468f  
2019 Fietto, Larissa de Souza, 1993-  
Formigas no contexto do pior desastre ambiental da história do Brasil : mudanças na comunidade de formigas em área a jusante ao rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, MG / Larissa de Souza Fietto. – Viçosa, MG, 2019.  
viii, 22 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui apêndice.

Orientador: José Henrique Schoereder.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 15-18.

1. Formigas. 2. Impacto ambiental - Avaliação. 3. Fundão, Barragem de (MG). 4. Mariana (MG). 5. Samarco Mineração.  
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Entomologia. Programa de Pós-Graduação em Entomologia.  
II. Título.

CDD 22. ed. 595.796

LARISSA DE SOUZA FIETTO

**FORMIGAS NO CONTEXTO DO PIOR DESASTRE AMBIENTAL  
DA HISTÓRIA DO BRASIL: MUDANÇAS NA COMUNIDADE DE  
FORMIGAS EM ÁREA A JUSANTE AO ROMPIMENTO DA  
BARRAGEM DE FUNDÃO, EM MARIANA, MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 28 de Fevereiro de 2019.




Tatiana Garabini Cornelissen



Renata Bernardes Faria Campos



Lucas Navarro Raolucci  
(Coorientador)



José Henrique Schoefer  
(Orientador)

“Cabe ao homem compreender que o solo fértil, onde tudo que se planta dá, pode secar; que o chão que dá frutos e flores pode dar ervas daninhas; que a caça (escassa) se dispersa, e a terra da fartura pode se transformar na terra da penúria, da fome, da destruição. O homem precisa entender que de sua boa convivência com a natureza depende sua subsistência, por isto não se deve matar um animal se não for se alimentar dele, não se deve arrancar uma folha sem necessidade, não se deve abrir caminhos na floresta por onde jamais passará. O ser humano precisa entender que a destruição da natureza é sua própria destruição, pois a sua essência é a natureza: a sua origem e o seu fim.”

Pai Cido de Òsun Eyin

À memória de meu pai e minha vó Darcy,  
sempre presentes em pensamento.

## AGRADECIMENTOS

Aqui se encerra uma etapa feliz de crescimento e aprendizagem, da qual certamente eu não conseguiria passar sozinha. Não posso deixar de agradecer àqueles que foram fundamentais para que eu chegasse até o fim.

Agradeço primeiramente a toda minha família, sempre presentes e amorosos. Em especial à minha mãe, meu exemplo de força e resistência, meu alicerce que me sustentou até aqui. Agradeço ainda de todo coração a tio Lu, tia Ju, Rafael, Matheus e Karlinha, que me deram nesse período mais que uma casa para morar, me ofereceram um lar que emana união e amor, onde eu me senti segura e confortável para voltar todos os dias e me levantar para seguir em frente. Ao meu avô, tia Cristina e tio Sidney por terem colaborado com casa, comida e locomoção durante o período de coleta.

Ao Léo, que além de namorado e amigo sempre presente e paciente, foi essencial na execução desse trabalho, me ajudando nos duros dias de sol e chuva de campo. Agradeço por ser força que me levanta nos dias difíceis e ser paz que sustenta meus dias felizes.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-graduação em Entomologia pela oportunidade de realização do mestrado, pela estrutura, suporte e pelas experiências proporcionadas durante esse período. Agradeço especialmente aos professores que contribuíram para minha formação, pela dedicação e nobreza na transmissão de conhecimento em um país que não valoriza a profissão.

À CAPES pela concessão da bolsa. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Ao professor José Henrique (Zhé) pela orientação, pela total disponibilidade em ensinar e ajudar, pela ética e dedicação, por ser exemplo.

Ao Lucas Paolucci pela coorientação, por toda dedicação, por não poupar esforços em ensinar e ajudar em absolutamente tudo que necessitei do início ao fim desse trabalho.

Aos companheiros de LabEcol, por terem me recebido tão bem e pela ótima convivência diária. Em especial à Rodrigo, pela total disponibilidade e boa vontade em me ajudar em todo processo de triagem, montagem e identificação das formigas.

Aos companheiros nessa jornada intensa que é a pós-graduação, principalmente à Aline, Elenir e Carlos, pela amizade, conversas, ajuda e troca de experiências. À Taís, que

mesmo de longe esteve sempre presente, compartilhando as alegrias e neuras de todas as etapas do mestrado.

Desde já agradeço aos membros da banca, pela disponibilidade e contribuições para melhoria da qualidade desse trabalho.

Finalmente, agradeço também àqueles que não foram citados, mas que tenham deixado alguma marca positiva nos meus dias e tornado mais fácil a conclusão dessa etapa. Muito obrigada a todos!

## RESUMO

FIETTO, Larissa de Souza, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2019. **Formigas no contexto do pior desastre ambiental da história do Brasil: mudanças na comunidade de formigas em área a jusante ao rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, MG.** Orientador: José Henrique Schoereder. Coorientador: Lucas Navarro Paolucci.

No ano de 2015 o Brasil passou pelo pior desastre ambiental da história do país, quando a barragem da mineradora de ferro Samarco Mineração S.A. se rompeu e despejou no ambiente mais de 40 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração, de forma repentina e violenta, impactando uma enorme parcela da sociedade, da fauna e flora presentes no trajeto. Mais de três anos após o desastre, os danos à biodiversidade ainda continuam pouco conhecidos. O objetivo desse estudo foi avaliar os impactos do distúrbio causado pelo rompimento da barragem através da utilização de formigas como bioindicadoras. Para isso, avaliamos mudanças nos parâmetros da comunidade de formigas e alterações na função ecossistêmica de dispersão de sementes promovida por elas. Comparamos dados de formigas coletados antes do desastre no ano de 2015 com dados coletados pós-desastre no ano de 2018 em locais atingidos e não atingidos pelo rejeito e, assim, mostramos como a comunidade mudou no tempo sem a influência direta da presença do rejeito e as mudanças decorrentes da presença do rejeito. Encontramos que em áreas não atingidas, depois de 29 meses, a riqueza de formigas aumentou e a composição das espécies mudou. Já os pontos atingidos ainda não conseguiram recuperar sua fauna, permanecendo com riqueza menor que o restante da região. No entanto, sugerimos que os pontos não atingidos estão colaborando para a recolonização das formigas nas áreas degradadas. O tempo para encontro e a distância de remoção de sementes por formigas foram afetados pelo rejeito, mas as taxas de interações não diferiram entre áreas atingidas e não-atingidas. Em nosso conhecimento, até o presente momento, nenhum estudo foi divulgado a respeito dos danos causados à fauna terrestre por esse desastre. Portanto, esse trabalho apresenta resultados relevantes e inéditos acerca do impacto desse enorme distúrbio ambiental.

## ABSTRACT

FIETTO, Larissa de Souza, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2019. **Ants in the context of the worst environmental disaster in Brazil's history: changes in the ant community in an area downstream from collapsing of Fundão dam, in Mariana, MG.** Advisor: José Henrique Schoereder. Co-advisor: Lucas Navarro Paolucci.

In 2015, Brazil has experienced the worst environmental disaster in the country's history, when a dam of iron mining company Samarco Mineração S.A collapsed and dumped more than 40 million of cubic meters of mining tailings in the environment, suddenly and violently, impacting an enormous part of the society, fauna and flora presents in its route. More than three years after the disaster, the biodiversity damages are still poorly known. The main objectives of this study were to evaluate the disturbance impacts caused by the dam collapse using ants as bioindicators. Therefore, we evaluate changes in ant community parameters and modifications in the ecosystem service of seed removal promoted by them. We compared data from ants collected before the disaster in the year 2015 with data collected after the disaster in 2018 in non-reached and reached areas, and thus we showed how the community changed in time without direct influence of mining tailings and the changes resulted from the mining tailings presence. We found that in non-reached areas, after 29 months, the ant richness increased and there were changes in the species composition. Mean while, reached points did not recover the ant fauna, remaining with less ant richness than rest of region. However, we suggest that non-reached points are collaborating for ant recolonizations in the degraded areas. The time to find and distance of seed removal by ants were affected by mining tailings, but interactions rates did not differ between non-reached and reached areas. To our knowledge, to date, no studies have been published regarding the damage to terrestrial fauna caused by this disaster. Therefore, this work presents relevant and unprecedented results on the impact of this enormous environmental disturbance.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. MATERIAIS E MÉTODOS .....	3
2.1 Área de estudo .....	3
2.2 Avaliação das mudanças na comunidade de formigas.....	4
2.3 Amostragem de formigas .....	5
2.4 Experimento de remoção de sementes .....	6
2.5 Análise de dados .....	6
3. RESULTADOS .....	8
4. DISCUSSÃO.....	11
5. CONCLUSÃO .....	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	15
APÊNDICE A .....	19

## 1. INTRODUÇÃO

A mineração de metais cada vez mais extensiva tem causado a degradação de vários ambientes. Em virtude das drásticas mudanças na paisagem, essa atividade é considerada um dos distúrbios antropogênicos que causam efeitos negativos mais extremos, levando muitas vezes à perda quase completa dos habitats (Philpott et al. 2010). Dentre os distúrbios causados, podemos citar a perda de biodiversidade, degradação do solo, erosão e contaminação de ar, água e solo (Dudka & Adriano 1997).

Recentemente, o Brasil sofreu um caso extremo de distúrbio ambiental proveniente de atividade minerária, quando ocorreu o rompimento da barragem de rejeitos de minério de ferro de Fundão, pertencente ao Complexo Minerário de Germano, localizada no distrito de Bento Rodrigues, Mariana, Minas Gerais. O evento lançou no ambiente mais de 40 milhões de metros cúbicos de rejeitos de mineração, que soterrou o distrito e percorreu cerca 663,2km de corpos hídricos pertencentes à Bacia do Rio Doce, até desaguar no Oceano Atlântico no estado do Espírito Santo (IBAMA 2015). Estima-se que, além da superfície de rios, o rejeito tenha atingido em torno de 1176,6ha do entorno apenas nos primeiros 74km do percurso, com larguras de mais de 1km em locais próximos a descarga de rejeitos, o que significa que uma enorme parcela da fauna e flora terrestre também foi impactada pelo desastre (Fernandes et al. 2016, Omachi et al. 2018).

A Bacia do Rio Doce, que teve grande extensão degradada pela descarga de rejeitos, encontra-se em sua maioria inserida no bioma da Mata Atlântica, considerado um dos principais hotspots de biodiversidade do planeta, apresentando altos índices de diversidade e endemismo (IBAMA 2015, Myers et al. 2000). No entanto, sua cobertura já se encontra reduzida a apenas 12,4% da floresta original, sendo um dos biomas mais ameaçados do mundo (SOS MATA ATLÂNTICA 2019). Sabendo disso, frente à magnitude do desastre causado pelo rompimento da barragem de Fundão, estudos ambientais para avaliar os impactos ao ecossistema se mostram extremamente necessários.

Organismos bioindicadores são frequentemente utilizados para se avaliar a dimensão de impactos antrópicos sobre os ecossistemas e/ou a recuperação em processos de restauração. A utilização de formigas como indicadoras da qualidade ambiental tem sido cada vez mais recorrente (p.e. Majer et al. 1984, Majer & Nichols 1998, Philpott et al. 2010, Ribas et al. 2011), uma vez que suas comunidades apresentam alta sensibilidade e respostas rápidas a variações ambientais. Esses organismos são apontados como excelentes bioindicadores por possuírem, dentre outras características, alta abundância, distribuição geográfica ampla, alta

riqueza de espécies local e regional, fácil amostragem, e ecologia e taxonomia relativamente bem conhecidas (Majer 1983). Além disso, alguns parâmetros das comunidades locais de formigas refletem com razoável fidelidade a natureza da comunidade vegetal, do ambiente físico e possivelmente da diversidade de outros invertebrados presentes na área (Majer 1983, Majer et al. 2007).

Os parâmetros biológicos mais comumente utilizados em estudos ambientais para avaliar níveis de impactos sobre formigas incluem medidas de abundância, diversidade, composição e equidade, que costumam ser afetados de diferentes formas dependendo do tipo e intensidade do distúrbio (Bisevac & Majer 1999, Graham et al. 2009, Underwood & Fisher 2006). Porém, esses organismos são responsáveis por diversos processos ecológicos de extrema importância no ambiente e, assim, medidas de como esses processos são afetados também são desejáveis.

Um exemplo de papel-chave desempenhado por formigas que pode sofrer efeitos negativos dos distúrbios antrópicos é a dispersão de sementes de plantas (Leal et al. 2014; Majer 1985, Paolucci et al. 2016). Esse tipo de interação aumenta o fitness da planta, pois além de dispersadas pelo ambiente, as sementes têm risco de predação reduzido, sofrem menos com competição parental e, muitas vezes, são levadas a solos mais nutritivos (Giladi 2006). Estudos têm mostrado que, apesar de uma gama enorme de formigas dispersar sementes e, portanto, essa ser uma interação potencialmente resiliente pós-distúrbio, as espécies de formigas variam na qualidade dos seus serviços de dispersão, e distúrbios podem levar à diminuição de dispersores de boa qualidade (Giladi 2006, Leal et al. 2014, Ness et al. 2004).

Na área atingida pelo rompimento da barragem de Fundão, mais de três anos após o distúrbio, os danos a biodiversidade terrestre ainda não foram precisamente estimados e/ou divulgados. Diante disso, no intuito de trazer as primeiras respostas a esse respeito, conduzimos um estudo sobre a comunidade de formigas e a dispersão de sementes promovida por elas em locais mais próximos possíveis da descarga de rejeitos, no entorno do distrito de Bento Rodrigues. Embora os pontos atingidos da região sejam de difícil acesso, reunimos esforços para realizar coletas no maior número de pontos possíveis para determinar os impactos do desastre. Neste estudo, tivemos ainda acesso a dados coletados previamente ao rompimento da barragem sobre a comunidade de formigas da região. Esse tipo de informação é extremamente valioso para a avaliação das mudanças ocorridas no ambiente impactado e, frequentemente, são difíceis de serem obtidos. Especificamente sobre a área atingida próxima

a barragem de Fundão, nenhum estudo prévio foi encontrado disponível até o presente momento.

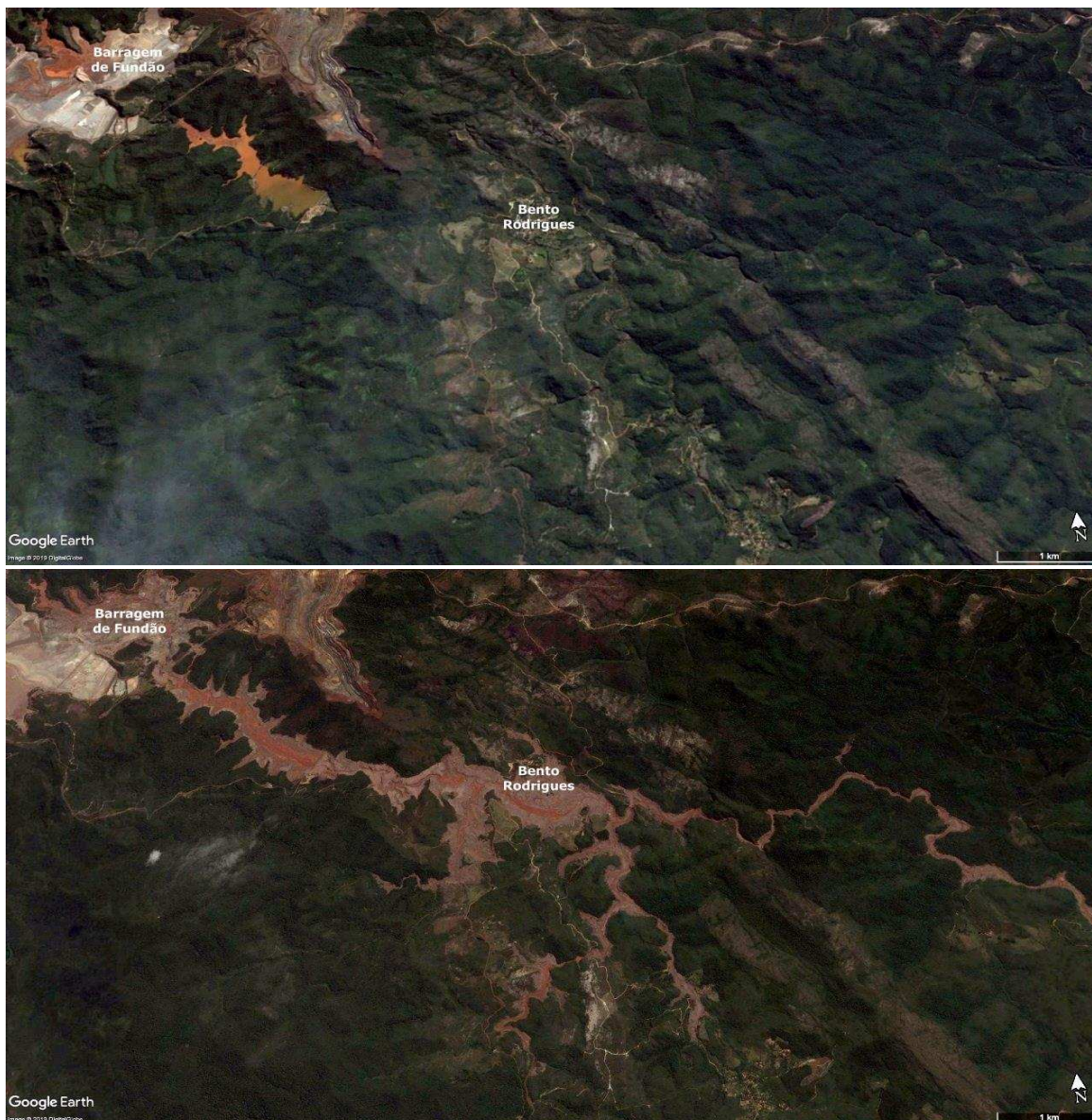
No nosso estudo, tivemos como perguntas: (1) Existem mudanças na riqueza e composição da comunidade de formigas em áreas que sofreram com o distúrbio? (2) Há redução no serviço ecossistêmico de remoção de sementes promovido pelas formigas em áreas que sofreram com o distúrbio? Testamos as hipóteses que o distúrbio causado pelo rompimento da barragem de rejeitos (1) tem efeito negativo sobre a riqueza de formigas, diminuindo o número de espécies encontradas nas áreas atingidas; (2) altera a composição de formigas, fazendo com que áreas atingidas e não atingidas pelo rejeito tenham composições diferenciadas; e, (3) tem efeito negativo sobre a interação de formigas com sementes, diminuindo a quantidade de encontro, predação e remoção de sementes.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Área de estudo**

Este estudo foi conduzido no município de Mariana, Minas Gerais, Brasil, no entorno do distrito de Bento Rodrigues e da mineradora de ferro Samarco Mineração S.A. onde a barragem de rejeitos de Fundão se rompeu (20°14'S, 43°25'O). A fitofisionomia local é definida como Floresta Estacional Semidecidual e está inserida dentro do domínio fitogeográfico da Floresta Atlântica (IBAMA 2015). A vegetação é um mosaico de espécies nativas da Mata Atlântica e Campos Rupestres, e de espécies invasoras e exóticas, como gramíneas e eucalipto.

As atividades de mineração de ferro acontecem há aproximadamente 40 anos na região (PwC 2017), fazendo com que a paisagem local seja majoritariamente antropogênica, caracterizada principalmente por empreendimentos minerários, como barragens e estradas. Em decorrência do rompimento da barragem de Fundão em 2015, atualmente a região caracteriza-se também por áreas devastadas e soterradas por rejeito de mineração e, por áreas manejadas pós-desastre através da plantação de gramíneas e leguminosas (FUNDAÇÃO RENOVA 2018).



**Figura 1:** Imagens de satélite mostrando o antes e depois do rompimento da barragem de Fundão nas proximidades do distrito de Bento Rodrigues. Fonte: Google Earth.

## **2.2 Avaliação das mudanças na comunidade de formigas**

As coletas de formigas foram realizadas em três tratamentos distintos: antes do rompimento da barragem (ASR – antes sem rejeito), depois do rompimento da barragem em locais não atingidos diretamente pelo rejeito (DSR – depois sem rejeito) e, depois do rompimento da barragem em locais atingidos diretamente pelo rejeito (DCR – depois com rejeito). Os dados anteriores ao rompimento da barragem foram coletados em março de 2015 e encontravam-se depositados na coleção de formigas do Laboratório de Ecologia de Comunidades da Universidade Federal de Viçosa. Para dados posteriores ao rompimento da barragem, foi realizada nova coleta na região em março de 2018. Como não foi possível

acessar exatamente os mesmos pontos onde foram realizadas as coletas de 2015 (ASR), na coleta de 2018 selecionamos áreas não afetadas (DSR) com características físicas semelhantes às coletadas em 2015 e, áreas afetadas (DCR) onde podíamos identificar visualmente terem sido atingidas pelo rejeito, com ajuda adicional de imagens de satélite (Google Earth) para confirmação.

Como as coletas posteriores ao rompimento da barragem foram realizadas em um espaço de tempo relativamente grande após o impacto (29 meses), decidimos avaliar além do efeito do rejeito, o efeito do tempo sobre a comunidade de formigas na região. Consideramos “efeito” a consequência final de um determinado fator (tempo ou rejeito) sobre os parâmetros da comunidade. Para efeito do tempo, foram comparados dados coletados depois do rompimento da barragem em áreas não afetadas pelo rejeito e antes do rompimento da barragem (DSRxASR). Desta forma, conseguimos avaliar se houve mudanças nos parâmetros da comunidade entre os anos de 2015 e 2018 sem influência direta do impacto causado pelo rejeito. Para efeito do rejeito, foram comparados dados coletados depois do rompimento da barragem em áreas afetadas e em áreas não afetadas pelo rejeito (DCRxDSR). Assim, utilizando coletas do mesmo ano, retiramos a influência do tempo, e pudemos analisar apenas o efeito do rejeito sobre a comunidade de formigas.

### **2.3 Amostragem de formigas**

Estabelecemos seis pontos de amostragem em cada um dos três tratamentos, distantes pelo menos 300 metros um do outro. Amostramos as formigas utilizando armadilhas do tipo pitfall, que consistiam em um recipiente plástico (8,5 de diâmetro; 5,5 de altura) contendo em seu interior uma mistura de água, sal e sabão, que foram enterradas com as aberturas no nível do solo. Em cada ponto de coleta estabelecemos um transecto com 10 pitfalls espaçados 10 metros entre si, formando um transecto total de 100 metros por ponto. Os pitfalls permaneceram abertos por 48 horas. Após a coleta, as formigas foram levadas ao laboratório, triadas e identificadas até o menor nível taxonômico possível através de comparações com a coleção de referência do Laboratório de Ecologia de Comunidades da Universidade Federal de Viçosa e auxílio de chave taxonômica (AntWeb 2018, Baccaro et al. 2015). Pelo menos um espécime de cada espécie foi depositado nesta mesma coleção.

## **2.4 Experimento de remoção de sementes**

Para avaliar os impactos do rompimento da barragem sobre função ecossistêmica, conduzimos um experimento de remoção de sementes como base para avaliação do sucesso de dispersão de sementes por formigas (Leal et al. 2007, Leal et al. 2014, Paolucci et al. 2016). Realizamos coletas em seis pontos atingidos pelo rejeito e em seis pontos não atingidos pelo rejeito em março de 2018. Em cada um deles, disponibilizamos 28 sementes mirmecocóricas da espécie *Mabea fistulifera* Mart. (globular, 0.76 x 0.47cm; Euphorbiaceae), planta de ocorrência natural na Mata Atlântica. Dispomos as sementes sobre um pedaço de papel branco para facilitar a visualização, espaçados dois metros um do outro, em um grid de 7x4. Após disposição, duas pessoas acompanharam as sementes durante 90 minutos e os eventos ocorridos foram registrados: tempo para encontro da semente pelas formigas; tipo de interação das formigas com a semente, que podia ser alimentação no local, que chamaremos aqui de predação, quando a formiga passava mais de 10 minutos se alimentando na mesma semente, ou remoção, quando a formiga removia a semente por uma distância maior que 5cm; e, a distância de deslocamento em caso de remoção (Leal et al. 2007; Paolucci et al. 2016). As formigas que interagiram com as sementes foram coletadas, identificadas até o menor nível taxonômico possível através de comparações com a coleção de referência do Laboratório de Ecologia de Comunidades da Universidade Federal de Viçosa e auxílio de chave taxonômica (AntWeb 2018, Baccaro et al. 2015), e depositadas nesta mesma coleção.

## **2.5 Análise de dados**

Para avaliarmos os efeitos do tempo e do rejeito sobre a comunidade de formigas utilizamos dados de riqueza e composição. Calculamos a variação da riqueza através de comparações pareadas entre pontos: a riqueza total de um ponto de um tratamento menos a riqueza total de um ponto do outro tratamento. A direção da subtração foi sempre a condição atual (já com influência do fator a ser analisado) menos a condição anterior. Portanto, para efeito do tempo, a subtração foi DSR-ASR e, para efeito do rejeito, DCR-DSR. Para cálculo dos efeitos sobre a composição, utilizamos os mesmos pares de pontos utilizados para riqueza, calculando o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis entre eles. As comparações para efeito do tempo foram feitas entre pontos de fitofisionomias semelhantes. As comparações para efeito do rejeito foram feitas entre pontos de coleta mais próximos. Neste último caso, já que não era possível saber como era a fitofisionomia de todos os pontos antes de serem atingidos pelo rejeito, tentamos retirar os efeitos de outros fatores como, por

exemplo, diferenças de altitude, de atividade antropogênica e da distância da calha principal de descarga de rejeitos.

Conduzimos análises estatísticas comparando o efeito do tempo com o efeito do rejeito sobre a riqueza de formigas. Para isto, construímos um modelo linear generalizado (GLM) onde tempo e rejeito foram as variáveis explicativas e a variação da riqueza a variável resposta. Utilizamos distribuição normal, que foi a que melhor se adequou aos valores negativos de variação da riqueza.

Comparamos também os efeitos do tempo e do rejeito também sobre a composição através de um GLM, onde tempo e rejeito foram as variáveis explicativas e os índices de dissimilaridade de Bray-Curtis obtidos foram as variáveis resposta. Testamos a homogeneidade de dispersão dos dados e retiramos da análise um ponto que estava contribuindo para o aumento desproporcional da variância e poderia estar enviesando o resultado. Mesmo depois desse procedimento, com homogeneidade corrigida, o valor de significância da análise se manteve o mesmo. Testamos também se a composição de espécies de formigas diferia entre os três tratamentos amostrados (ASR, DSR e DCR). Para tal, utilizamos análise de variância multivariada permutacional (PERMANOVA) com 5000 permutações em dados de frequência de espécies, utilizando o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis. Realizamos comparações pareadas entre os três tratamentos com correção de Bonferroni. Para dados significativos, testamos a homogeneidade de dispersão dos dados, já que essa é uma das premissas da PERMANOVA. Em pares de tratamentos que diferiram significativamente testamos o componente responsável pelas diferenças: substituição (turnover) ou aninhamento (nestedness), como proposto por Baselga (2013). Construímos um gráfico utilizando análises de coordenadas principais (PCoA) para visualizar o agrupamento dos tratamentos de acordo com suas composições.

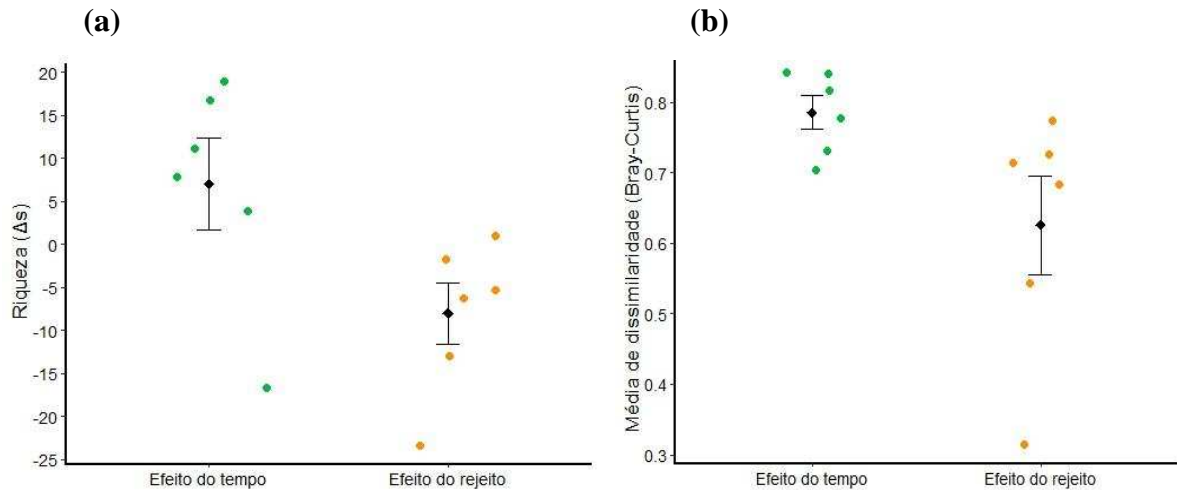
Comparamos a proporção de sementes encontradas por formigas entre os tratamentos com e sem rejeito através de análise de sobrevivência, utilizando-se pacote survival versão 2.42-3 (Therneau 2015). Construímos um modelo com distribuição de Weibull, no qual tratamentos com e sem rejeito foram as variáveis explicativas e o tempo para encontro das sementes a variável resposta. Através de um GLM com distribuição de erro binomial, analisamos se a proporção de sementes removidas e predadas diferiu entre os tratamentos. E, por fim, comparamos se a distância de remoção de sementes pelas formigas variou entre tratamentos, onde os tratamentos com e sem rejeito foram novamente as variáveis explicativas e a distância em metros de remoção da semente foi a variável resposta.

Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software R (R Core Team 2018) e a adequação de todos os modelos foi verificada através de análise de resíduos e dispersão. Sempre que detectada a inadequação do modelo ou sobredispersão, aplicamos as correções que se mostraram mais eficientes.

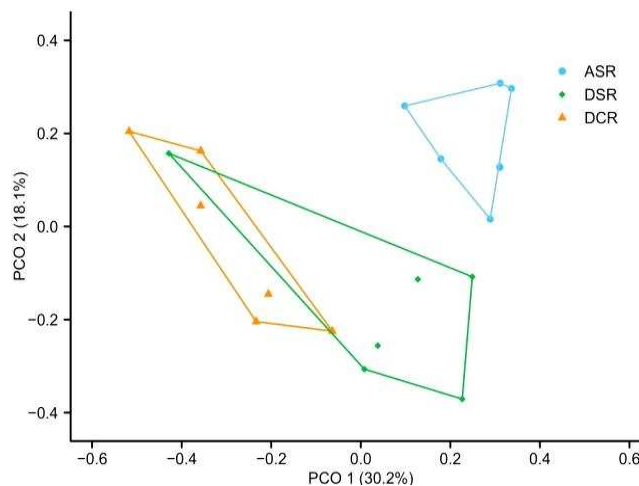
### 3. RESULTADOS

Foram coletadas 125 espécies de formigas, pertencentes a 33 gêneros e seis subfamílias, com 60, 83 e 56 espécies ocorrendo nos tratamentos ASR, DSR e DCR, respectivamente, e 29, 32 e 11 espécies ocorrendo exclusivamente em cada um deles. Sessenta e nove espécies foram coletadas exclusivamente em áreas sem rejeito (ASR, DSR e ASR+DSR) e 11 espécies coletadas exclusivamente em áreas atingidas pelo rejeito. Myrmicinae foi a subfamília com maior número de espécies (53,6%), seguida de Formicinae (22,4%), Dolichoderinae (8,8%), Ponerinae (7,2%), Ectatomminae (4,8%) e Pseudomyrmecinae (3,2%) (Tabela S1).

O efeito do tempo e o efeito do rejeito foram diferentes sobre a riqueza de formigas ( $F_{1,10} = 5,5$ ;  $p = 0,04$ ) e com direções opostas: a riqueza de formigas aumentou com o tempo e diminuiu com o rejeito (Fig.2a). Para a composição, o índice de dissimilaridade de Bray-Curtis foi maior quando comparados os pontos sem rejeito de 2015 e 2018, que representa o efeito do tempo, do que quando comparadas as coletas de 2018 com e sem rejeito, que representa o efeito do rejeito ( $F_{1,10} = 4,64$ ;  $p = 0,056$ ; Fig.2b). A composição de espécies diferiu entre os tratamentos amostrados (PERMANOVA,  $F_{2,15} = 3,61$ ;  $R^2 = 0,325$ ;  $p < 0,0001$ , Fig.3). Comparações pareadas mostraram que o tratamento ASR diferiu de DSR (PERMANOVA,  $F_{1,16} = 2,755$ ;  $R^2 = 0,216$ ;  $p = 0,009$ ) e de DCR (PERMANOVA,  $F_{1,16} = 5,709$ ;  $R^2 = 0,363$ ;  $p = 0,012$ ), e estes últimos não diferiram entre si (PERMANOVA,  $F_{1,16} = 2,615$ ;  $R^2 = 0,207$ ;  $p = 0,13$ ). Para os dois pares que diferiram, a dissimilaridade da composição entre os tratamentos foi em maior parte devida à substituição (turnover) de espécies (ASRxDSR,  $d_{BC(total)} = 0,866$ ,  $d_{BC-bal(turnover)} = 0,801$ ,  $d_{BC-gra(nestedness)} = 0,069$  e ASRxDCR,  $d_{BC(total)} = 0,871$ ,  $d_{BC-bal(turnover)} = 0,812$ ,  $d_{BC-gra(nestedness)} = 0,069$ ).



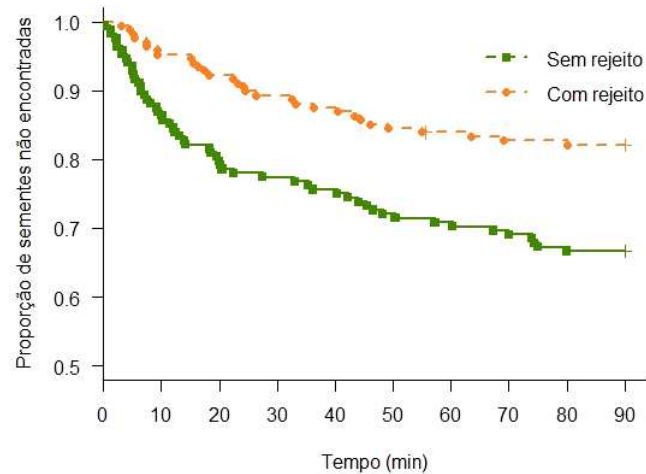
**Figura 2:** Variação dos efeitos do tempo e do rejeito sobre a riqueza (a) e composição (b) da comunidade de formigas. Os efeitos do tempo e do rejeito foram diferentes sobre a riqueza de formigas ( $F_{1,10} = 5,5$ ;  $p = 0,04$ ) e sobre a dissimilaridade da composição ( $F_{1,10} = 4,64$ ;  $p = 0,056$ ). As barras representam o erro padrão.



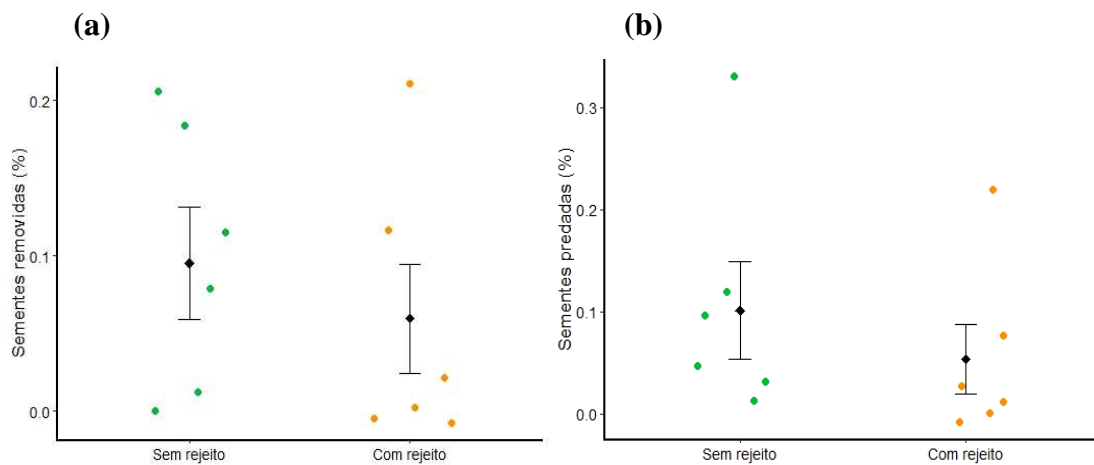
**Figura 3:** PCoA representando a composição de espécies de formigas em cada tratamento amostrado. ASR (azul)= antes sem rejeito, DSR (verde)= depois sem rejeito, DCR (laranja)= depois com rejeito. As diferenças estatísticas foram testadas através de PERMANOVA, ASR diferiu de DSR ( $F_{1,16} = 2,75$ ;  $p = 0,009$ ) e DCR ( $F_{1,16} = 5,70$ ,  $p = 0,012$ ), e estes últimos não diferiram entre si ( $F_{1,16} = 2,6$ ;  $p = 0,13$ ).

Quatorze espécies de formigas foram observadas interagindo com sementes (pertencentes aos gêneros *Atta*, *Camponotus*, *Crematogaster*, *Dorymyrmex*, *Pheidole*, *Solenopsis*, *Wasmannia*), dentre elas, seis foram observadas removendo sementes (dos gêneros *Atta*, *Pheidole*, *Dorymyrmex*, *Crematogaster*), 13 foram observadas se alimentando das sementes no local sem removê-las (pertencente a todos os gêneros citados, exceto *Atta*) e, cinco espécies apresentando os dois comportamentos (dos gêneros *Pheidole*, *Dorymyrmex*, *Crematogaster*). Em áreas atingidas pelo rejeito, as formigas demoraram mais para encontrar as sementes (em média 78,76 min) que em áreas não atingidas (em média 68,03 min) ( $p < 0,001$ ). Porém, a quantidade de sementes removidas ( $F_{1,10} = 0,47$ ;  $p > 0,05$ ; Fig.5a) e

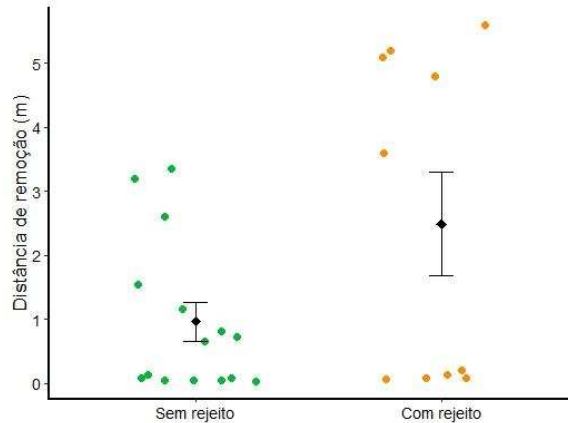
predadas ( $F_{1,10}=0,67$ ;  $p>0,05$ ; Fig.5b) não diferiu entre os tratamentos. A distância de remoção, no entanto, diferiu entre os tratamentos com e sem rejeito, com uma média de distância menor para os pontos sem rejeito do que para os pontos com rejeito ( $F_{1,23}= 4,52$ ;  $p= 0,044$ ; sem rejeito, em média 0,96 metros; com rejeito, em média 2,48 metros, Fig.6).



**Figura 4:** Variação no tempo de descoberta de sementes entre os tratamentos sem rejeito (verde) e com rejeito (laranja). A média de tempo para encontro variou significativamente ( $p<0,001$ ), sendo maior para os pontos com rejeito (em média 78,76 minutos) do que para os pontos sem rejeito (em média 68,03 minutos).



**Figura 5:** Variação na proporção de sementes removidas (a) e sementes predadas (b) entre os tratamentos sem e com rejeito. A proporção não variou entre os tratamentos para remoção ( $F_{1,10}= 0,47$ ;  $p>0,05$ ) nem para predação ( $F_{1,10}=0,67$ ;  $p>0,05$ ). As barras representam o erro padrão.



**Figura 6:** Variação na distância em metros de remoção de sementes por formigas entre os tratamentos sem e com rejeito. A distância percorrida variou significativamente entre os tratamentos ( $F_{1,23} = 4,52$ ;  $p = 0,044$ ), sendo que maiores distâncias foram percorridas nos tratamentos com rejeito (em média 2,48 metros) do que nos tratamentos sem rejeito (em média 0,96 metros). As barras representam o erro padrão.

#### 4. DISCUSSÃO

O número de espécies de formigas da região de estudo aumentou com o tempo. Além disso, a composição da comunidade mudou, com altos valores de dissimilaridade quando analisamos o efeito do tempo sobre a composição. Esse resultado também foi encontrado quando comparamos todos os tratamentos e encontramos composições significativamente diferentes entre os pontos coletados em 2015 e os pontos coletados em 2018. O aumento da riqueza e da dissimilaridade na composição de espécies nem sempre podem ser interpretados como benéficos. Principalmente em paisagens antropogênicas o que pode levar a esses parâmetros aparentemente positivos é, na verdade, a perda de espécies locais mais sensíveis e invasão de muitas espécies generalistas oportunistas (Sax & Gaines 2003, Socolar et al. 2016). Nós sugerimos que isto tenha ocorrido na nossa área de estudo, já que a região se encontra em constante pressão antrópica, principalmente após o ano de 2015, quando a barragem de Fundão se rompeu. Esta suposição é suportada pelo fato de que nossas análises mostraram que o componente com maior influência na dissimilaridade da composição é o turnover, indicando que espécies foram substituídas ao longo desses anos.

Encontramos um saldo negativo de espécies quando avaliamos o efeito do rejeito sobre a comunidade de formigas, o que significa que menos espécies estavam presentes em pontos atingidos pelo rejeito do que em pontos não atingidos no ano de 2018. A riqueza de formigas pode ser fortemente influenciada pela riqueza e composição de espécies de plantas e cobertura vegetal (Andersen 2018; Bisevac & Majer 1999; Majer 1984; Ribas et al. 2012). Portanto, o resultado obtido em nosso estudo deve estar relacionado às drásticas mudanças na

cobertura vegetal nos pontos atingidos pelo rejeito, que deve estar fazendo com que muitas espécies da região não consigam se estabelecer nas áreas degradadas. Com relação à composição, os pontos coletados em 2018 com e sem rejeito se mostraram similares. Andersen (1993) mostrou que a recolonização de formigas pós-distúrbios parece ser mais rápida na presença de vegetação próxima não afetada. Sugerimos que em nossa área de estudo o entorno não afetado diretamente também esteja sendo essencial para a recuperação das áreas atingidas pelo rejeito, tendo o papel de fonte de indivíduos e espécies de formigas para a recolonização das áreas degradadas, aumentando a similaridade entre elas.

Nossos resultados contribuem para o entendimento de como as comunidades de formigas se comportam em paisagens antropogênicas ao longo do tempo. Além disso, mostramos que distúrbios de alta intensidade têm efeitos negativos mesmo em uma fauna já estabelecida em ambiente degradado. É importante entender como as perturbações exercem influência em grupos dominantes como as formigas, pois efeitos negativos sobre esses taxa podem gerar efeitos negativos em cascata sobre outros grupos (Andersen 2018). A queda na riqueza e a mudança na composição da comunidade de formigas, por exemplo, pode resultar em intenso declínio de funções e serviços ecológicos prestados por esses organismos (Bihn et al. 2010; Leal et al. 2012; Paolucci et al. 2016) e, conseqüentemente, afetar o funcionamento do ecossistema como um todo.

Como esperado, o tempo para encontro de sementes por formigas foi significativamente afetado pela perturbação causada pelo rompimento da barragem de Fundão. O tempo para encontro de sementes encontradas foi menor nos pontos atingidos pelo rejeito do que em pontos não atingidos. Embora não tenhamos feito medidas diretas de abundância, atribuímos esse resultado ao provável efeito negativo sobre o número de indivíduos de formigas causado pelo soterramento das áreas pelo rejeito. Assim, menor quantidade de indivíduos estava forrageando e aptos a encontrar sementes.

Ao contrário do que esperávamos, as taxas de predação e remoção foram baixas e não diferiram entre os tratamentos. Supomos que a baixa proporção de interação deve estar relacionada à baixa abundância de formigas e à identidade das espécies presentes na área de estudo, e que a taxa semelhante de interação entre os tratamentos deve-se à composição similar das formigas entre os pontos, como mostrado anteriormente pela análise de composição dos pontos coletados em 2018. Distúrbios antropogênicos têm se mostrado nocivos à interação de formigas com sementes, afetando principalmente dispersores de grande tamanho corporal, que são considerados de alta qualidade (Giladi 2006, Leal et al 2014). Em

nosso experimento, a maioria das formigas que interagiram com as sementes foram espécies de tamanho reduzido, pertencentes principalmente ao gênero *Pheidole*.

Das sementes que foram removidas, maiores distâncias foram percorridas nos pontos atingidos pelo rejeito. Supomos que a simplificação do ambiente, com solo mais exposto e com menos barreiras físicas, tornou o deslocamento das formigas mais fácil e rápido. Além disso, é provável que nessas áreas onde a vegetação foi afetada, as sementes disponibilizadas tenham sido mais atrativas como recurso adicional e, por isso, o maior esforço em carregá-las a maiores distâncias até perto do ninho. A dispersão de sementes por formigas é um serviço ecossistêmico importante em áreas que sofreram distúrbios, colaborando para recuperação mais rápida da vegetação (Leal et al 2014) e, conseqüentemente, dos outros organismos que interagem com as plantas. Assim, na área atingida pelo rejeito, a dispersão de sementes a maiores distâncias pode estar sendo de extrema importância para a recuperação do ecossistema que foi degradado.

## **5. CONCLUSÃO**

Ao avaliar as mudanças na comunidade de formigas em Bento Rodrigues, observamos que esses organismos aumentaram em espécies entre os anos de 2015 e 2018 na região, mas nas áreas atingidas pelo rejeito a riqueza é menor que em áreas não atingidas mesmo passados vinte e nove meses do rompimento. Além disso, a presença do rejeito afetou negativamente o tempo para encontro de sementes de plantas por formigas, aumentando assim o tempo de exposição das sementes e as chances de sofrerem com competição e predação. Esses resultados demonstram as conseqüências adversas persistentes causadas pelo rompimento da barragem de Fundão sobre a comunidade de formigas e suas funções no ambiente.

Ao contrário do esperado, a composição de espécies de formigas encontra-se similar entre áreas atingidas e não atingidas no ano de 2018. Relacionamos esse resultado à doação de espécies pelas áreas não atingidas às áreas degradadas, reforçando, portanto, o importante papel do entorno para recuperação de ambientes pós-distúrbio. As taxas de remoção e predação de sementes também não diferiram entre os tratamentos e foram baixas em toda região, mostrando que essas já são funções ecossistêmicas desempenhadas por formigas que estão afetadas negativamente em toda região, que é majoritariamente antropizada. Em longo prazo, isso pode ter um efeito negativo na recuperação da vegetação que sofreu com o distúrbio.

Tendo em vista a frequência cada vez maior de impactos ambientais de origem antropogênica, é importante entender como grupos de organismos dominantes, bioindicadores e funcionalmente importantes para o ecossistema, como as formigas, são afetados. Nesse estudo ajudamos a elucidar como se encontram os ambientes afetados pelo rompimento da barragem de Fundão e, por termos trabalhado com um grupo de organismos bioindicador, nossos resultados podem ajudar a compreender os impactos sobre outros níveis taxonômicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andersen, A. N. (1993). **Ants as indicators of restoration success at a uranium mine in tropical Australia.** *Restoration Ecology*, 1(3), 156-167.
- Andersen, A. N. (2018). **Responses of ant communities to disturbance: five principles for understanding the disturbance dynamics of a globally dominant faunal group.** *Journal of Animal Ecology*.
- AntWeb. Available from <https://www.antweb.org>. Accessed April 2018
- Baccaro, F. B., Feitosa, R. M., Fernández, F., Fernandes, I. O., Izzo, T. J., Souza, J. L., & Solar, R. (2015). **Guia para os gêneros de formigas do Brasil.** Manaus: Editora INPA, 388.
- Baselga, A. (2013). **Separating the two components of abundance-based dissimilarity: balanced changes in abundance vs. abundance gradients.** *Methods in Ecology and Evolution*, 4(6), 552-557.
- Bisevac, L., & Majer, J. D. (1999). **Comparative study of ant communities of rehabilitated mineral sand mines and heathland, Western Australia.** *Restoration Ecology*, 7(2), 117-126.
- Bihn, J. H., Gebauer, G., & Brandl, R. (2010). **Loss of functional diversity of ant assemblages in secondary tropical forests.** *Ecology*, 91(3), 782-792.
- Dudka, S., & Adriano, D. C. (1997). **Environmental impacts of metal ore mining and processing: a review.** *Journal of environmental quality*, 26(3), 590-602.
- Fernandes, G. W., Goulart, F. F., Ranieri, B. D., Coelho, M. S., Dales, K., Boesche, N., ... & Fernandes, S. (2016). **Deep into the mud: ecological and socio-economic impacts of the dam breach in Mariana, Brazil.** *Natureza & Conservação*, 14(2), 35-45.

FUNDAÇÃO RENOVA. **Manejo de rejeitos.** Disponível em: <<https://www.fundacaorenova.org/manejo-de-rejeitos/>>. Acesso em: 08 Ago 2018.

Graham, J. H., Krzysik, A. J., Kovacic, D. A., Duda, J. J., Freeman, D. C., Emlen, J. M., ... & Nutter, J. P. (2009). Species richness, equitability, and abundance of ants in disturbed landscapes. *Ecological Indicators*, 9(5), 866-877.

Giladi, I. (2006). **Choosing benefits or partners: a review of the evidence for the evolution of myrmecochory.** *Oikos*, 112(3), 481-492.

IBAMA (2015). **Laudo técnico preliminar: Impactos sociais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais.** Disponível em: <[http://www.ibama.gov.br/phocadownload/barragemdefundao/laudos/laudo\\_tecnico\\_preliminar\\_ibama.pdf](http://www.ibama.gov.br/phocadownload/barragemdefundao/laudos/laudo_tecnico_preliminar_ibama.pdf)> Acesso em: 07 Ago 2017.

Leal, I. R., Wirth, R., & Tabarelli, M. (2007). **Seed dispersal by ants in the semi-arid Caatinga of north-east Brazil.** *Annals of Botany*, 99(5), 885-894.

Leal, I. R., Filgueiras, B. K., Gomes, J. P., Iannuzzi, L., & Andersen, A. N. (2012). **Effects of habitat fragmentation on ant richness and functional composition in Brazilian Atlantic forest.** *Biodiversity and Conservation*, 21(7), 1687-1701.

Leal, L. C., Andersen, A. N., & Leal, I. R. (2014). **Anthropogenic disturbance reduces seed-dispersal services for myrmecochorous plants in the Brazilian Caatinga.** *Oecologia*, 174(1), 173-181.

Majer, J. D. (1983). **Ants: bio-indicators of minesite rehabilitation, land-use, and land conservation.** *Environmental management*, 7(4), 375-383.

Majer, J. D. (1985). **Recolonization by ants of rehabilitated mineral sand mines on North Stradbroke Island, Queensland, with particular reference to seed removal.** *Australian Journal of Ecology*, 10(1), 31-48.

Majer, J. D., Day, J. E., Kabay, E. D., & Perriman, W. S. (1984). **Recolonization by ants in bauxite mines rehabilitated by a number of different methods**. *Journal of Applied Ecology*, 355-375.

Majer, J. D., & Nichols, O. G. (1998). **Long-term recolonization patterns of ants in Western Australian rehabilitated bauxite mines with reference to their use as indicators of restoration success**. *Journal of Applied Ecology*, 35(1), 161-182.

Majer, J. D., Orabi, G., & Bisevac, L. (2007). **Ants (Hymenoptera: Formicidae) pass the bioindicator scorecard**. *Myrmecological News*, 10, 69-76.

Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., & Kent, J. (2000). **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. *Nature*, 403(6772), 853.

Ness, J. H., Bronstein, J. L., Andersen, A. N., & Holland, J. N. (2004). **Ant body size predicts dispersal distance of ant-adapted seeds: implications of small-ant invasions**. *Ecology*, 85(5), 1244-1250.

Omachi, C. Y., Siani, S. M., Chagas, F. M., Mascagni, M. L., Cordeiro, M., Garcia, G. D., ... & Thompson, F. L. (2018). **Atlantic Forest loss caused by the world's largest tailing dam collapse (Fundão Dam, Mariana, Brazil)**. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 12, 30-34.

Paolucci, L. N., Maia, M. L., Solar, R. R., Campos, R. I., Schoereder, J. H., & Andersen, A. N. (2016). **Fire in the Amazon: impact of experimental fuel addition on responses of ants and their interactions with myrmecochorous seeds**. *Oecologia*, 182(2), 335-346.

Philpott, S. M., Perfecto, I., Armbrecht, I., & Parr, C. L. (2010). **Ant diversity and function in disturbed and changing habitats**. *Ant Ecology*. Oxford University Press, New York, 137-157.

PwC: PricewaterhouseCoopers (2017). **Samarco: Relatório Bienal 2015-2016**. Disponível em: < [https://www.samarco.com/wp-content/uploads/2017/09/Samarco\\_Relatorio-Bienal-2015\\_16-08092017.pdf](https://www.samarco.com/wp-content/uploads/2017/09/Samarco_Relatorio-Bienal-2015_16-08092017.pdf) >. Acesso em: 30 Nov 2018.

Ribas, C. R., Schmidt, F. A., Solar, R. R., Campos, R. B., Valentim, C. L., & Schoereder, J. H. (2011). **Ants as indicators of the success of rehabilitation efforts in deposits of gold mining tailings**. *Restoration Ecology*, 20(6), 712-720.

Ribas, C. R., Solar, R. R., Campos, R. B., Schmidt, F. A., Valentim, C. L., & Schoereder, J. H. (2012). **Can ants be used as indicators of environmental impacts caused by arsenic?**. *Journal of Insect Conservation*, 16(3), 413-421.

R Core Team (2018). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Sax, D. F., & Gaines, S. D. (2003). **Species diversity: from global decreases to local increases**. *Trends in Ecology & Evolution*, 18(11), 561-566.

Socolar, J. B., Gilroy, J. J., Kunin, W. E., & Edwards, D. P. (2016). **How should beta-diversity inform biodiversity conservation?**. *Trends in ecology & evolution*, 31(1), 67-80.

SOS Mata Atlântica (2019). **Mata Atlântica: a casa da maioria dos brasileiros**. Disponível em: <<https://www.sosma.org.br/nossas-causas/mata-atlantica/>> Acesso em: 08 Jan 2019.

Therneau T (2015). **A Package for Survival Analysis in S**. version 2.38, <https://CRAN.R-project.org/package=survival>

Underwood, E. C., & Fisher, B. L. (2006). **The role of ants in conservation monitoring: if, when, and how**. *Biological conservation*, 132(2), 166-182.

## APÊNDICE A

**Tabela 1:** Lista de espécies amostradas em cada tratamento: ASR= antes sem rejeito (2015), DSR=depois sem rejeito (2018) e DCR= depois com rejeito (2018). Os números representam a frequência de ocorrência nos pitfalls, sendo o máximo de 60 para cada tratamento.

Espécies	Frequência			Interação com semente			
	ASR	DSR	DCR	Remoção		Predação	
				DSR	DCR	DSR	DCR
<b>Dolichoderinae</b>							
Dorymyrmex aff. goeldii	0	3	0				
Dorymyrmex UFV_01	14	28	53		2	1	
Forelius pusillus	0	2	0				
Forelius UFV_01	0	1	0				
Linepithema neotropicum	0	0	6				
Linepithema pulex	1	0	0				
Linepithema sp.2	0	4	0				
Linepithema sp.3	19	3	1				
Linepithema sp.4	0	4	0				
Linepithema sp.5	6	0	0				
Tapinoma melanocephalum	0	0	1				
<b>Ectatomminae</b>							
Ectatomma edentatum	8	2	1				
Ectatomma permagnum	0	6	1				
Gnamptogenys acuminata	0	1	0				
Gnamptogenys gr. striatula sp.2	1	1	0				
Gnamptogenys sulcata	0	3	0				
Gnamptogenys UFV_sp.2	0	2	0				
<b>Formicinae</b>							
Brachymyrmex sp.1	0	6	4				
Brachymyrmex sp.2	0	0	1				
Brachymyrmex sp.7	1	0	0				
Brachymyrmex UFV_01	1	4	0				
Brachymyrmex UFV_12	0	1	0				
Brachymyrmex UFV_sp.2	10	21	20				
Camponotus cingulatus	5	0	1				
Camponotus lespesii	1	3	0				
Camponotus personatus	0	7	1				1
Camponotus rufipes	7	14	1				
Camponotus senex	7	4	4				
Camponotus sericeiventris	0	0	2				
Camponotus sp.1	0	4	5				
Camponotus sp.12	0	12	0				
Camponotus sp.13	6	5	0				
Camponotus sp.15	4	3	0				
Camponotus sp.18	8	0	0				
Camponotus sp.5	1	0	0				

**Tabela 1:** continuação

Espécies	Frequência			Interação com semente			
	ASR	DSR	DCR	Remoção		Predação	
				DSR	DCR	DSR	DCR
Camponotus sp.9	1	1	1				
Camponotus UFV_sp.19	14	30	1				
Camponotus UFV_sp.2	17	16	5				
Camponotus UFV_sp.22	1	0	0				
Camponotus UFV_sp.39	2	2	1				
Nylanderia fulva	0	0	7				
Nylanderia sp.3	0	4	1				
Nylanderia UFV_sp.1	3	0	0				
Nylanderia UFV_sp.4	6	2	6				
Nylanderia UFV_sp.5	1	0	0				
<b>Myrmicinae</b>							
Acromyrmex laticeps	2	5	2				
Acromyrmex sp.4	1	0	0				
Acromyrmex subterraneus	0	0	2				
Apterostigma sp.3	1	0	0				
Apterostigma UFV_sp.1	1	0	0				
Atta sexdens	0	20	7	2	3		
Cardiocondyla sp.1	0	0	7				
Cephalotes pusillus	0	3	3				
Crematogaster sp.1	4	0	0				
Crematogaster sp.4	2	0	0				
Crematogaster UFV_sp.16	1	0	0				
Crematogaster UFV_sp.4	0	10	5	1			1
Crematogaster UFV_sp.6	0	2	2				1
Cyphomyrmex sp.1	0	2	4				
Cyphomyrmex sp.3	2	0	0				
Cyphomyrmex sp.4	2	0	0				
Megalomyrmex goeldii	0	0	3				
Mycetophylax sp.1	0	1	0				
Mycetophylax sp.2	1	0	0				
Mycocepurus goeldii	0	1	0				
Mycocepurus smithii	0	1	1				
Pheidole alexeter	1	0	0				
Pheidole cf. flavens	5	0	0				
Pheidole gertrudae	1	1	0				
Pheidole sp.10	0	1	2				
Pheidole sp.13	10	0	9		2		1
Pheidole sp.17	1	2	0				
Pheidole sp.19	0	1	0				
Pheidole sp.2	0	1	4				
Pheidole sp.20	1	1	0				
Pheidole sp.23	0	1	0				

**Tabela 1:** continuação

Espécies	Frequência			Interação com semente			
				Remoção		Predação	
	ASR	DSR	DCR	DSR	DCR	DSR	DCR
Pheidole sp.27	0	1	0				
Pheidole sp.29	0	2	0				
Pheidole sp.30	0	1	0				
Pheidole sp.36	2	0	0				
Pheidole sp.41	1	0	0				
Pheidole sp.7	0	0	1				
Pheidole subarmata	1	11	1				
Pheidole UFV_02	0	5	2				
Pheidole UFV_08	0	2	10				
Pheidole UFV_18	0	9	21		1		1
Pheidole UFV_19	2	23	20	8		1	
Pheidole UFV_21	1	1	1				
Pheidole UFV_23	0	5	0				
Pheidole UFV_27	14	11	17			1	
Pheidole UFV_31	3	0	0				
Pheidole UFV_sp.11	24	37	4			7	
Pheidole vafra	5	19	26				4
Pogonomyrmex naegelii	0	19	3				
Procryptocerus goeldii	0	1	0				
Solenopsis sp.10	0	1	0				
Solenopsis sp.11	0	1	0				
Solenopsis sp.12	1	0	0				
Solenopsis sp.14	1	0	0				
Solenopsis sp.15	1	0	0				
Solenopsis sp.3	3	21	48			1	1
Solenopsis sp.5	0	1	1				
Solenopsis sp.6	0	1	1				
Solenopsis sp.7	0	1	0				
Solenopsis sp.8	0	2	0				
Solenopsis sp.9	0	2	0				
Strumigenys eggersi	0	1	0				
Tetramorium simillimum	0	1	0				
Trachymyrmex sp.1	0	1	0				
Wasmannia auropunctata	10	10	15			1	2
Wasmannia sp.1	0	1	0				
Wasmannia sp.3	0	3	0				
<b>Ponerinae</b>							
Centromyrmex brachycola	1	0	0				
Hypoponera sp.1	0	0	1				
Hypoponera sp.3	0	0	1				
Hypoponera UFV_sp.2	1	0	0				
Hypoponera UFV_sp.38	0	1	0				

**Tabela 1:** continuação

<b>Espécies</b>	<b>Frequência</b>			<b>Interação com semente</b>			
	<b>ASR</b>	<b>DSR</b>	<b>DCR</b>	<b>Remoção</b>		<b>Predação</b>	
				<b>DSR</b>	<b>DCR</b>	<b>DSR</b>	<b>DCR</b>
Neoponera verenae	0	7	3				
Odontomachus bauri	0	3	1				
Odontomachus chelifer	1	0	0				
Pachycondyla striata	6	5	1				
<b>Pseudomyrmecinae</b>							
Pseudomyrmex sp.3	0	1	0				
Pseudomyrmex sp.4	1	0	0				
Pseudomyrmex termitarius	0	7	1				
Pseudomyrmex UFV_sp.18	0	1	0				
Não coletadas					5		