



**FORMICÍDEOS COMO BIOINDICADORES DE CONSERVAÇÃO
E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO BIOMA CERRADO**

MÁIRA BEATRIZ TEIXEIRA DA COSTA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**FORMICÍDEOS COMO BIOINDICADORES DE CONSERVAÇÃO
E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO BIOMA CERRADO**

MÁIRA BEATRIZ TEIXEIRA DA COSTA

ORIENTADOR: PROF. DR. MAURO ELOI NAPPO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

PUBLICAÇÃO: PPGEFL.DM-00/2019

BRASÍLIA/ DF: JANEIRO - 2019

Brasília, 25 de fevereiro de 2019

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

“FORMICÍDEOS COMO BIOINDICADORES DE CONSERVAÇÃO E
DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO BIOMA CERRADO”


MÁIRA BEATRIZ TEIXEIRA DA COSTA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS, DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL, DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.

APROVADA POR:



Prof. Dr. MAURO ELOI NAPPO (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB);
(Orientador)



Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO RODRIGUES PINTO (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB);
(Examinador Interno)



Prof. Dr. MÁRCIO DA SILVA ARAÚJO (Universidade Estadual de Goiás – UEG);
(Examinador Externo)

Prof. Dr. REGINALDO SÉRGIO PEREIRA (Departamento de Engenharia Florestal – EFL/UnB).
(Examinador Suplente)

Brasília-DF, 25 de fevereiro de 2019.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

TT266f	Teixeira da Costa, Máira Beatriz Formicídeos como bioindicadores de conservação e degradação ambiental no Bioma Cerrado / Máira Beatriz Teixeira da Costa; orientador Mauro Eloi Nappo. -- Brasília, 2019. 87 p. Dissertação (Mestrado - Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, 2019. 1. Manejo Florestal. 2. Recuperação de Áreas Degradadas. 3. Monitoramento Ambiental. 4. Bioindicadores. 5. Formicídeos. I. Eloi Nappo, Mauro, orient. II. Título.
--------	---

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

COSTA, M. B. T. (2019). **Formicídeos como bioindicadores de conservação e degradação ambiental no Bioma Cerrado**. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL.DM-329/2019. Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 87 f.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTORA: Máira Beatriz Teixeira da Costa

TÍTULO: Formicídeos como bioindicadores de conservação e degradação ambiental no Bioma Cerrado.

GRAU: Mestre

ANO: 2019

É concedido à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito da autora.

Máira Beatriz Teixeira da Costa
mairabeatrizteixeira@hotmail.com

*Dedico esse trabalho à minha mãe, Delvânia
Quintino Teixeira (in memoriam), por ser o
incentivo na realização dos meus sonhos e que
guia meus caminhos hoje e sempre.*

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, por me iluminar, transmitir força para alcançar meus objetivos mesmo diante de momentos tão difíceis e por permitir vivenciar experiências ímpares junto às pessoas tão especiais.

À minha família, em especial à minha mãe Delvânia (*in memoriam*), meus avós e tios, aos que devo minha formação, pois sempre me incentivaram e proporcionaram momentos de grande felicidade, amor, amizade e a minha chegada até aqui.

Ao meu companheiro Marcelo Félix Luiz e seus familiares, pelo amor, apoio, carinho e felicidade que me ofereceram durante toda a minha formação.

Ao meu orientador Mauro Eloi Nappo, pela orientação, compreensão, paciência e por sempre acreditar em meu potencial, além dos ensinamentos, incentivos e todo cuidado durante a fase mais delicada da minha vida, serei eternamente grata.

Ao meu professor Márcio Araújo pelo apoio, carinho, ensinamentos e contribuições de sempre.

Ao professor José Roberto e Éder Miguel pelas contribuições nas análises.

Aos professores e funcionários do Departamento, em especial ao professor Eraldo Matricardi, pelos ensinamentos, carinho, incentivo e conselhos de vida e alma.

Aos membros da banca examinadora, pelas correções, sugestões e seu tempo dedicado a fim de enriquecer o trabalho.

Aos meus professores da Universidade Estadual de Goiás, em especial Ednaldo Cândido, por compartilhar seu conhecimento no tempo em que estive lá, e por todo apoio e incentivo durante o mestrado.

Aos amigos e colegas que a Pós-Graduação proporcionou conhecer, em especial, Aécio, Adrianna, Carlos Magno, Bárbara, Daniel, Fernanda, Kálita, Ilvan, Jonas, Letícia, Lissyane, Maísa, Marco Bruno, Maria Tereza, Matheus, Milton, Milene, Mirela, Niliane, Patrícia, Poena e Renan, que me ajudaram muito em campo, nas análises, na escrita e até mesmo com palavras de conforto. Obrigado por contribuírem com meu crescimento profissional e pessoal nessa jornada.

À Universidade de Brasília (UnB) e ao Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, pela oportunidade de fazer o curso de Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa.

A todos meu Muito Obrigado!

*“Que esta não seja a última conquista;
Que os sonhos não acabem;
Que as verdades não sejam absolutas;
Que o conhecimento ainda seja pouco;
Que a fé e o respeito prevaleçam;
E que eu não esqueça minhas origens”*

Autor Desconhecido

RESUMO GERAL

FORMICÍDEOS COMO BIOINDICADORES DE CONSERVAÇÃO E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL NO BIOMA CERRADO

Autora: Máira Beatriz Teixeira da Costa
Orientador: Prof. Dr. Mauro Eloi Nappo
Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais
Brasília, 25 de fevereiro de 2019

O objetivo desse trabalho foi caracterizar dois fragmentos do Cerrado sentido restrito, um conservado e outro degradado, bem como avaliar o potencial dos formicídeos como bioindicadores de conservação e degradação no bioma Cerrado. Para isso, realizou-se inventário florestal, utilizando amostragem aleatória com parcelas de 20 x 50 m. Em cada parcela foi alocada uma sub-parcela de 10 x 10 m para estimar a regeneração natural e cinco pontos de amostragens com armadilhas do tipo *pitfall* para coleta de formicídeos, e das variáveis ambientais (abertura de dossel, serapilheira, vegetação e características edáficas). Para avaliar a suficiência amostral utilizou-se regressão linear com resposta em platô, foi realizada análise de similaridade (ANOSIM) de espécies (formigas e plantas) entre os ambientes e ordenação pelo Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS). A determinação das espécies bioindicadoras ocorreu pelo Valor Indicador Individual (IndVal) e a relação destas com as variáveis ambientais foi realizada pela Análise de Correspondência Canônica (CCA). A regressão em platô revelou que a intensidade amostral foi suficiente para amostrar as espécies de plantas e formicídeos. O Cerrado conservado foi caracterizado como estruturado e diverso em seus estratos, enquanto o Cerrado degradado demonstrou estrutura desequilibrada em estágio inicial de recuperação e baixa diversidade. Observou-se que a comunidade de formicídeos foi influenciada pelo estado do ambiente. As espécies *Solenopsis geminata* e *Linepithema* foram apontadas como bioindicadoras de Cerrado conservado e apresentaram relação com as variáveis matéria orgânica, serapilheira, argila, diversidade do estrato lenhoso e da regeneração. *Ectatomma brunneum* foi selecionada como bioindicadora do Cerrado degradado e apresentou relação com as variáveis areia, pH, abertura de dossel e CTC. O Cerrado conservado apresentou maior composição, riqueza de espécies de formigas e grupos funcionais que o degradado. Conclui-se que as espécies *Solenopsis geminata* e *Linepithema* sp 1. podem ser utilizadas como bioindicadoras de Cerrado conservado e *Ectatomma brunneum* como bioindicadora do Cerrado degradado, ambas possuem relação com variáveis ambientais que refletem o estado do ambiente, o que potencializa a utilização de formicídeos como ferramenta no monitoramento ambiental.

Palavras-chave: Recuperação de áreas degradadas; área de empréstimo; bioindicadores; monitoramento ambiental.

GENERAL ABSTRACT

ANTS AS BIOINDICATORS OF ENVIRONMENTAL DEGRADATION AND CONSERVATION IN THE CERRADO BIOME

Author: Máira Beatriz Teixeira da Costa

Advisor: Prof. Dr. Mauro Eloi Nappo

Forest Sciences Postgraduate Program

Brasília, 25 february of 2019

The aim of this study was to characterize two Cerrado *sensu stricto* fragments, one conserved and the other degraded, as well as assess the potential of ants as bioindicators of conservation and degradation in the Cerrado biome. To that end, a forest inventory was conducted, using random sampling of 20 x 50 m plots. A 10 x 10 cm subplot was established in each plot to estimate natural regeneration and five sampling points with pitfall traps to collect ants and environmental variables (canopy opening, leaf litter, vegetation and soil characteristics). Plateau response linear regression was used to evaluate sampling sufficiency, as well as analysis of similarities (ANOSIM) of species (ants and plants) between the environments, and ordination by non-metric multidimensional scaling (NMDS). Bioindicator species were determined using the individual indicator value (IndVal) and their relation with the environmental variables by canonical correspondence analysis (CCA). Plateau regression revealed that the sample size of plant species and ants was sufficient. The conserved Cerrado was characterized as structured with diverse strata, while the degraded Cerrado demonstrated an imbalanced structure in the initial recovery stage and low diversity. The ant community was influenced by the state of the environment. The species *Solenopsis geminata* and *Linepithema* were deemed bioindicators of the conserved Cerrado and exhibited a relation with the variables organic matter, leaf litter, clay, woody layer diversity and regeneration. *Ectatomma brunneum* was selected as bioindicator of the degraded Cerrado and showed a relation with the variables sand, pH, canopy opening and cation exchange capacity (CEC). The conserved Cerrado exhibited greater ant species composition, richness and functional groups than its degraded counterpart. It was concluded that the species *Solenopsis geminata* and *Linepithema* sp 1 can be used as bioindicators of the conserved Cerrado and *Ectatomma brunneum* of the degraded Cerrado, both displaying a relation with environmental variables that reflect the state of the environment, which reinforces the use of ants as an environmental monitoring tool.

Key words: Recovery of degraded areas; lending area; bioindicators; environmental monitoring.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	viii
GENERAL ABSTRACT	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE APÊNDICES	xiii
1. INTRODUÇÃO GERAL	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1. DEGRADAÇÃO DO CERRADO NO DISTRITO FEDERAL	16
2.2. RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS	16
2.3. BIOINDICADORES	17
2.4. FORMICIDAE	18
3. ÁREA DE ESTUDO	20
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	21
CAPÍTULO I	25
FLORÍSTICA E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA E ARBUSTIVA EM FRAGMENTOS DE CERRADO SENTIDO RESTRITO	25
1. INTRODUÇÃO	26
2. MATERIAL E MÉTODOS	27
2.1. COLETA DE DADOS	27
2.2. ANÁLISE DE DADOS.....	27
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4. CONCLUSÃO	38
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
CAPÍTULO II	39
FORMICÍDEOS COMO BIOINDICADORES DE CONSERVAÇÃO E DEGRADAÇÃO NO BIOMA CERRADO	43
1. INTRODUÇÃO	44
2. MATERIAIS E MÉTODOS	46
2.1. COLETA DE DADOS	46
2.2. ANÁLISE DE DADOS.....	47
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4. CONCLUSÕES	64
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
APÊNDICES	70

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização da área de estudo, Brasília-DF. 20
- Figura 2.** Riqueza de espécies arbustivo-arbórea estimada e observada para o Cerrado Sentido restrito conservado amostrado em Brasília-DF em função do esforço amostral: A) Estrato lenhoso; B) Regeneração. 29
- Figura 3.** Riqueza de espécies arbustivo-arbórea estimada e observada em Cerrado sentido restrito degradado amostrado em Brasília-DF, em função do esforço amostral: A) Estrato lenhoso; B) Regeneração. 29
- Figura 4.** Comportamento estrutural das 10 espécies com maior Índice de Valor de Importância (IVI) observadas no estrato lenhoso e na regeneração natural, amostrados em Brasília-DF em: A) Cerrado conservado, B) Cerrado degradado, Brasília-DF, 2018. Em que: EL = Estrato lenhoso e RG = Regeneração. 32
- Figura 5.** Distribuição por classe de diâmetro dos indivíduos arbustivo-arbóreos amostrados em Cerrado sentido restrito, Brasília-DF. CC = Cerrado conservado e CD = Cerrado Degradado. A classe 0-5 cm representa o estrato regenerante e as demais classes o estrato adulto. 35
- Figura 6.** Distribuição dos indivíduos em classes de altura: A) Estrato lenhoso; B) Regeneração natural, Brasília-DF, 2018. Em que: CC = Cerrado conservado e CD = Cerrado Degradado. 36
- Figura 7.** Ordenação de escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS; fator de estresse = 0,119) baseado na matriz de presença e ausência das espécies de plantas mais similares entre si. Cerrado conservado (preto) e Cerrado degradado (cinza). 37
- Figura 8.** Riqueza de espécies de formicídeos estimada e observada amostradas em Cerrado sentido restrito, Brasília-DF, em função do esforço amostral: A) Cerrado conservado; B) Cerrado degradado, Brasília-DF, 2018. 52
- Figura 9.** Comparação de: A) Abundância; B) Riqueza de espécies de formicídeos em relação ao Cerrado conservado (CC) e Cerrado degradado (CD) amostrados em Brasília-DF. 57
- Figura 10.** Ordenação de escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS; fator de estresse = 0,2951) baseado na matriz de presença e ausência das espécies de formigas mais similares entre si. Cerrado conservado (preto) e Cerrado degradado (cinza), amostrados em Brasília-DF. 60
- Figura 11.** Diagrama de ordenação com base nas variáveis ambientais e nas três espécies bioindicadoras do Cerrado conservado (*Solenopsis geminata* e *Linepithema* sp.1.) e do Cerrado degradado (*Ectatomma brunneum*) amostrados em Brasília-DF. CTC = capacidade de troca de cátions pH = potencial hidrogeniônico; MO = Matéria orgânica; EL_H = Diversidade do estrato lenhoso; R_H = Diversidade da regeneração e AD= Abertura do dossel. 62

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Características de diversidade das áreas de Cerrado sentido restrito conservado e degradado amostrados em Brasília-DF. N = número de indivíduos, S = Número de espécies, H' = Índice de Shannon e J' = Índice de equabilidade de Pielou. 34
- Tabela 2.** Índices faunísticos de dominância, abundância e frequência para as espécies de formigas coletadas em área de Cerrado sentido restrito conservado amostrados em Brasília-DF. 54
- Tabela 3.** Índices faunísticos de dominância, abundância e frequência para as espécies de formigas coletadas em área de Cerrado sentido restrito degradado amostradas em Brasília-DF. 55
- Tabela 4.** Definição dos grupos funcionais e lista das respectivas espécies de formigas capturadas em área de Cerrado conservado e Cerrado degradado amostrados em Brasília-DF. Baseado no trabalho de Frizzo et al. (2012) e Brandão et al. (2012). 57
- Tabela 5.** Formicídeos pertencentes a diferentes grupos funcionais, amostrados em Cerrado sentido restrito em Brasília-DF. Cerrado conservado (CC) e Cerrado Degradado (CD). 59
- Tabela 6.** Valor individual de indicação (IndVal) de formigas amostradas em Cerrado sentido restrito em Brasília-DF. Cerrado conservado (CC) e Cerrado degradado (CD). 60
- Tabela 7.** Autovalores e variância dos componentes principais resultantes das variáveis amostradas em áreas de Cerrado conservado e impactado Brasília-DF, 2018. 62

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1. Composição florística do estrato lenhoso (EL) e regeneração (RG) em área de Cerrado sentido restrito conservado amostrados em Brasília-DF.	70
Apêndice 2. Parâmetros fitossociológicos em ordem decrescente de Índice de Valor de Importância das espécies do estrato lenhoso amostradas no Cerrado sentido restrito conservado em Brasília-DF.	73
Apêndice 3. Parâmetros fitossociológicos em ordem decrescente de Índice de Valor de Importância das espécies do estrato regenerativo amostradas no Cerrado sentido restrito conservado em Brasília-DF.	75
Apêndice 4. Composição florística do estrato lenhoso (EL) e regeneração (RG) amostrados no Cerrado sentido restrito degradado em Brasília-DF.	77
Apêndice 5. Parâmetros fitossociológicos em ordem decrescente de Índice de Valor de Importância das espécies do estrato lenhoso amostradas no Cerrado sentido restrito degradado em Brasília-DF.	78
Apêndice 6. Parâmetros fitossociológicos em ordem decrescente de Índice de Valor de Importância das espécies do estrato regenerativo amostrados no Cerrado sentido restrito degradado, Brasília-DF.	79
Apêndice 7. Abundância e riqueza das espécies de formigas capturadas em área de Cerrado sentido restrito conservado e degradado em Brasília-DF.	80
Apêndice 8. Fotografias hemisféricas e abertura de dossel das parcelas capturadas em área de Cerrado sentido restrito conservado e degradado em Brasília-DF.	82
Apêndice 9. Resultado das análises de solo realizadas em parcelas da área de Cerrado sentido restrito conservado e degradado em Brasília-DF.	83
Apêndice 10. Espécies de formigas encontradas no Cerrado sentido restrito conservado e degradado, em vista frontal da cabeça e lateral.	85

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Cerrado é o segundo maior Bioma brasileiro em extensão territorial (IBGE, 2012), ocupa 2.038.520 km² que correspondem à cerca de 23% da superfície brasileira (GAMARRA et al., 2016). No entanto, em função de suas características como topografia, tipo de solo e clima, houve a intensificação de usos alternativos do solo, principalmente por atividades agrícolas, ocasionando degradação ambiental e em consequência destas a geração de áreas degradadas.

Área degradada é aquela que sofreu, em algum grau, perturbações em sua integridade, sejam elas de natureza física, química ou biológica, e que necessita de recuperação, que consiste na reversão da condição degradada para uma condição não degradada, independentemente de seu estado original e sua destinação futura (EMBRAPA, 2015; RODRIGUES; GANDOLFI, 2001).

A legislação ambiental impõe a necessidade de monitorar as áreas em recuperação, o que muitas vezes é negligenciado, mas é fundamental para assegurar a efetividade do processo. Na avaliação do estado de conservação/degradação de uma área é necessário estabelecer critérios e indicadores que balizem o estado do ambiente, para orientação de ações de práticas de recuperação se for este o caso. No entanto, a avaliação do estado de conservação ou degradação dessas áreas, ainda é deficiente, pois não se tem diretrizes que abordem parâmetros de orientações ou esses são muitas vezes subjetivos.

Como critérios e indicadores são utilizados comumente parâmetros de solo, de água, de paisagem, de capacidade produtiva, de flora e fauna. O estudo de características populacionais de formicídeos é uma alternativa para o monitoramento de áreas degradadas ou em processo de recuperação (ROCHA et al., 2015). Pois, exercem papel significativo no funcionamento dos ecossistemas e possuem características capazes de fornecer inferências confiáveis sobre as implicações ecológicas e funcionais da área (MACIEL et al., 2011).

As formigas possuem funções ecológicas importantes nos ecossistemas, pois, criam micro-habitat para diversos organismos, mantêm e restauram a qualidade física e química do solo, auxiliam nos processos hidrológicos (LOBRY DE BRUYN, 1999), na dispersão, polinização e conseqüentemente na disponibilidade de recursos para as plantas (STADLER et al., 2006; ROCHA et al., 2015).

As formigas atendem a diversos requisitos necessários para que um organismo possa ser considerado como bioindicador: São amplamente distribuídas, possuem riqueza relativamente alta de espécies, extremamente abundantes; ocupam níveis tróficos

elevados, são facilmente amostradas e separadas em morfo-espécies; possuem taxonomia e ecologia bem conhecidas; além disso, são capazes de indicar a abundância e diversidade de outros organismos (MAJER, 1983; RIBAS et al., 2012).

O uso de formigas como bioindicadoras de degradação e recuperação de áreas degradadas em países como a Austrália segue protocolos específicos, determinados após vários anos de estudos (ANDERSEN et al., 2002). No Brasil, poucos estudos foram realizados ao longo dos anos e a técnica permanece pouco explorada. Além disso, a maioria desses estudos avaliam somente a riqueza de espécies como parâmetro para bioindicação, deixando de lado a relação desses organismos com variáveis ambientais, que pode fornecer entendimento mais detalhado e seguro (MAJER 1992/1996; RIBAS et al., 2007; PEREIRA et al., 2007; ROCHA et al., 2014; ROSADO et al., 2014; ROCHA et al., 2015).

Levando em consideração a escassez de pesquisas científicas que abordam essa temática, a importância ecológica da manutenção de ecossistemas nativos e a necessidade do monitoramento ambiental, o presente estudo tem por objetivo geral comparar dois fragmentos do Cerrado sentido restrito, um conservado e outro degradado, bem como avaliar o potencial dos formicídeos como bioindicadores no bioma Cerrado.

A fim de atingir o objetivo proposto, a dissertação foi estruturada em dois capítulos:

- Capítulo I: Florística e estrutura da vegetação arbustio-arbórea em fragmentos de Cerrado sentido restrito.

- Capítulo II: Formicídeos como bioindicadores de conservação e degradação no Bioma Cerrado.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. DEGRADAÇÃO DO CERRADO NO DISTRITO FEDERAL

Nas últimas três décadas o Cerrado vem passando por grandes mudanças no uso do solo. Grandes áreas de vegetação nativa estão sendo substituídas por outras formas de uso, como produção agrícola, pecuária, mineração e urbanização, o que causa impactos ambientais e sociais imensuráveis (PPCERRADO, 2018). A criação de Brasília, gerou forte pressão sob extensas áreas de Cerrado, deixando mais de três mil hectares degradados (NERI et al., 2011), devido ao surgimento de diversas áreas de empréstimos, utilizadas na sistematização de terrenos, estruturação de malha viária e demais edificações.

As áreas de empréstimos são locais onde se promovem retiradas substanciais de substratos edáfico para diversos usos deixando o subsolo exposto, com baixa cobertura de vegetação nativa, baixa disponibilidade de nutrientes e água, além da alta compactação do solo, características que dificultam ou impedem o crescimento e o estabelecimento da vegetação, e favorece o aparecimento de espécies invasoras (SILVA; SOUSA, 2016). Essas características em conjunto, diminuem a capacidade de resiliência desses locais através do banco de sementes e plântulas, chuva de sementes e rebrota sendo, portanto, imprescindível o desenvolvimento de ações de recuperação.

2.2. RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) define recuperação como o retorno de áreas degradadas à uma condição estável, que seja compatível com os valores ambientais, culturais e sociais locais (IBAMA, 1990).

A atual situação de degradação do Cerrado, bem como a crescente conscientização a respeito dos problemas ambientais advindos do desflorestamento, tem impulsionado projetos de Recuperação de Áreas Degradadas em todo o Brasil (SCHIEVENIN et al., 2012).

Em 2014, na Cúpula do Clima das Nações Unidas, ficou acordado internacionalmente a recuperação de 350 milhões de hectares até o ano de 2030 (SUDING et al., 2015). No Brasil, as deliberações da Lei nº 12.651/2012, que dispõe sobre a proteção de vegetação nativa, implicam em significativa demanda por recuperação, sendo necessário, recuperar aproximadamente 21 milhões de hectares de áreas como APP,

Reserva Legal, Unidades de conservação, Terra Indígena, dentre outras que devem ser mantidas com vegetação (SOARES-FILHO et al., 2014).

A recuperação de áreas degradadas vai além da simples formalidade legal fundamentada na obrigatoriedade de reparar o dano causado ao meio ambiente. A obrigação de recuperar, consiste em reconduzir a área à uma situação de equilíbrio, essencial para garantir os serviços ambientais dos ecossistemas naturais (BRANCALION et al., 2016). O MMA através da Lei nº 9.985 de 2000, define a recuperação como restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original (BRASIL, 2000).

No Cerrado, as fitofisionomias campestres em particular, apresentam características de grande sensibilidade como solos ácidos e pobres nutricionalmente, tornando-se, muito seletivo quanto à colonização de espécies vegetais, o que torna o processo de recuperação complexo, principalmente quando a degradação é intensa nesses locais, como as áreas de empréstimos.

Em áreas de empréstimo a interferência humana é necessária para favorecer e acelerar o processo de recuperação, onde tem-se buscado a revegetação (SILVA; CORRÊA, 2008). No entanto, o sucesso da recuperação não está baseado somente na revegetação, mas no restabelecimento dos processos ecológicos responsáveis pela reconstrução gradual da vegetação e suas relações com os demais compartimentos ambientais como solo, topografia, hidrologia, paisagem e fauna. Assim, um ecossistema é considerado recuperado, quando contém recursos bióticos e abióticos suficientes para seu desenvolvimento (SER, 2004). Contudo, para que essa condição seja alcançada é fundamental conhecer as causas e o nível de degradação, bem como o seu potencial de regeneração (ROCHA et al., 2015).

A avaliação do estado de conservação ou degradação de uma área pode ser realizada através do monitoramento, pois ele irá apresentar características e informações importantes da área, que posteriormente subsidiará a necessidade ou não de uma recuperação. Ao mesmo tempo é desejável que a técnica de monitoramento seja simples, de baixo custo e fácil execução, assim a utilização de bioindicadores é uma alternativa viável nesse aspecto.

2.3. BIOINDICADORES

Os bioindicadores são organismos vivos utilizados como ferramenta no monitoramento da integridade ecológica de ambientes (FERREIRA et al., 2016). Esses

organismos geralmente possuem estreita relação com condições ecológicas e ambientais dos locais em que se encontram e requerem características específicas para se desenvolver (WINK et al., 2005).

Características populacionais de bioindicadores podem sugerir relação com o estado de degradação ou conservação de determinado ambiente (ROCHA et al., 2015). Tais relações refletem de forma quantitativa ou qualitativa, o grau da degradação existente, o estado de conservação do ambiente, além de estimar a dimensão dos esforços técnicos e econômicos necessários para conservação ou mesmo implantação dos projetos de recuperação (MELQUIADES et al., 2011).

A resposta de cada organismo é fortemente influenciada pelas condições físicas, químicas, biológicas, fisiológicas, morfológicas e nutricionais do ambiente (VIEIRA et al., 2017). Logo, se torna fundamental reconhecer a sua interação com as variáveis ambientais para entender sua evolução e sua possível utilização (AZEVEDO et al., 2011).

Nos últimos anos o uso de bioindicadores tem sido cada vez mais aceito, e tem se tornando uma necessidade universal. No Brasil, sua utilização ainda é bastante incipiente, mas países como Estados Unidos, Canadá, Europa e Austrália, já desenvolvem programas de monitoramento através do seu uso, devido ao custo reduzido, diagnóstico rápido das condições do ambiente (GOULART; CALLISTO, 2003).

Vários grupos de seres vivos têm o potencial de atuar como bioindicador, porém os melhores organismos são os invertebrados (VIEIRA et al., 2017). Entre os invertebrados, os insetos são considerados excelentes bioindicadores, pela facilidade de amostragem, ampla distribuição geográfica, abundância, sensibilidade à variação ambiental, fácil identificação, características ecológicas conhecidas e sua relação com a heterogeneidade dos ecossistemas e processos ecológicos (ROCHA et al., 2015).

Diversos grupos de insetos podem ser utilizados para esta função, como as Odonatas (libélulas), Coleóptera (besouros), Lepidóptera (borboletas e mariposas), Himenópteros (formigas, vespas e abelhas), entre outros (BARBOSA, 2013). Dentre os grupos de insetos bioindicadores, destacam-se os da família Formicidae, que constituem um dos grupos mais bem conhecidos e com grande potencial de utilização em programas de monitoramento ambiental (OLIVEIRA et al., 2016).

2.4. FORMICIDAE

Os formicídeos é um importante grupo para o monitoramento ambiental (OLIVEIRA et al., 2014). São insetos sociais que vivem em colônias formadas por castas

(BORROR; DELONG, 1969), encontrados em uma variedade de locais, desde desertos a florestas úmidas (KASPARI, 2000).

As formigas constituem um dos grupos mais estudados e analisados do mundo em sua diversidade de espécies, abundância e especializações comportamentais (OLIVEIRA et al., 2014). Estão distribuídas em 322 gêneros, 16 subfamílias e 12.955 espécies (BOLTON, 2014) e representam cerca de 10% da fauna de insetos encontrados em ambientes tropicais (NAKAYAMA et al., 2013). No Brasil ocorrem cerca de sete mil espécies, estima-se que pelo menos 2 mil só no bioma Cerrado, das quais 387 foram registradas em Goiás e no Distrito Federal (ANTMAPS, 2018).

Entre as características que torna esse grupo ideal para ser utilizado como bioindicadores, Alonso e Agostini (2000) e Fröhlich et al. (2011), destacam a distribuição em todo mundo, alta diversidade, abundancia, facilidade na coleta e identificação, respondem as mudanças ambientais, são encontradas durante o ano todo, possuem táxons especializados, nível avançado de conhecimento científico, desempenham diversas atividades fundamentais nos ecossistemas, e possuem hábitos de nidificação geralmente estacionário que permitem a reamostragem ao longo do tempo.

A utilização desses organismos como bioindicadores no Brasil é observada em trabalhos relacionados à fragmentação florestal (VASCONCELOS, 1998; OLIVEIRA et al., 2016; SILVA et al., 2018) e agroecossistemas (DIAS, 2004; SPOLIDORO, 2009; CANTARELLI et al., 2015). No entanto, poucos são os que relacionam a mirmecofauna em áreas degradadas pela mineração (DIEHL-FLEIG, 1999; RÉ, 2007; ROCHA et al., 2015).

3. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está situada em Brasília, Distrito Federal, próxima à Estação da Rodoferroviária de Brasília (15°46'32,31" S e 47°56'46,55" N). Foram selecionadas duas sub-áreas de Cerrado sentido restrito um Cerrado conservado com 1,3 ha e outro Cerrado degradado com 1 ha (Figura 1).

O clima da região é classificado como Aw, segundo o sistema de classificação de Köppen (1936) denominado clima tropical de inverno seco e verão chuvoso. A precipitação média anual é de 1.600 mm e a temperatura 20,5°C (INMET, 2018). O solo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico e de textura argilosa (EMBRAPA, 2013). A fitofisionomia natural é de Cerrado sentido restrito segundo o sistema de classificação de Ribeiro; Walter, (2008).

Historicamente a área degradada utilizada nesse estudo foi objeto de empréstimo de solo para uso em diferentes obras civis no Distrito Federal, com uma superfície degradada de aproximadamente 185 hectares (CAESB, 2013).

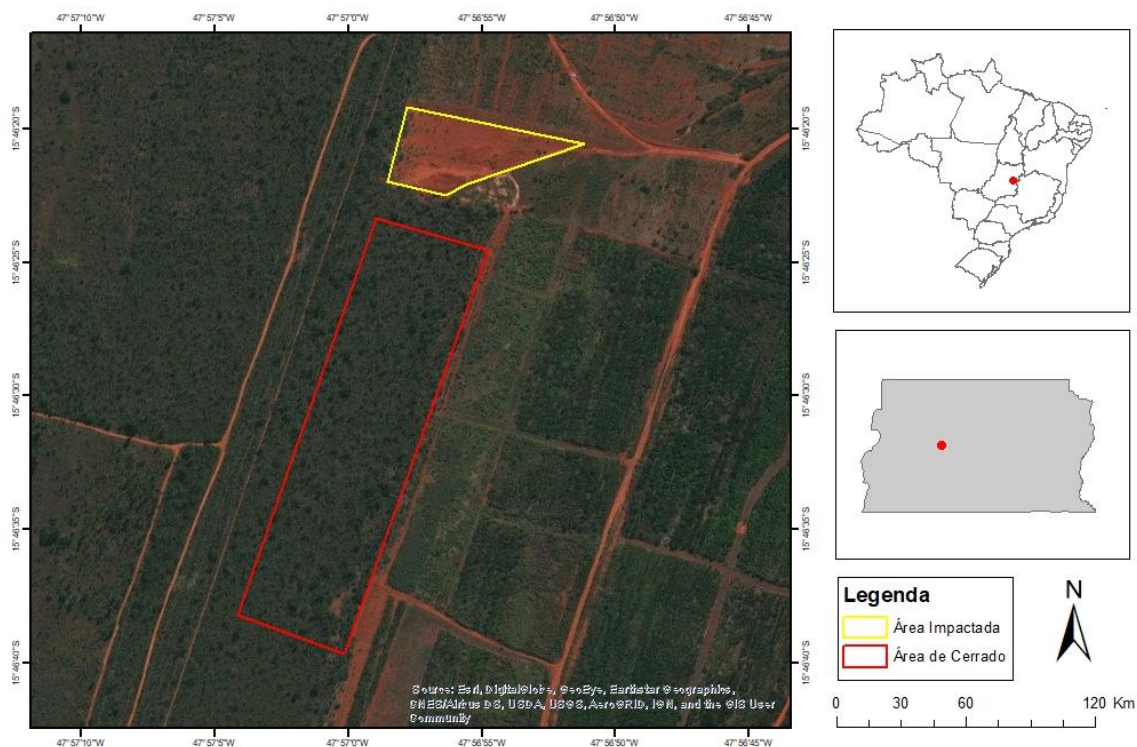


Figura 1. Localização da área de estudo, Brasília-DF.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, L. E.; AGOSTI, D. Biodiversity studies, monitoring, and ants: an overview. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E.; SCHULTZ, T. R. **Ants standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. 2000. p.01-08.

ANDERSEN, A. N.; HOFFMANN, B. D.; MÜLLER, W. J.; GRIFFITHS, A. D. Using ants as bioindicators in land management: simplifying assessment of ant community responses. **Journal of Applied Ecology**, v. 39, n. 8, p. 8-17, 2002.

ANTMAPS. **Riqueza geral de espécies**. Disponível em: <<http://antmaps.org/>>. Acessado em: 16 jan. 2019.

AZEVEDO, F. R.; MOURA, M. A. R.; ARRAIS, M. S. B.; NERE, D. R. Composition of entomofauna on the Araripe National Forest in different vegetation types and year seasons. **Revista Ceres**, v. 58, n. 6, p. 740-748, 2011.

BARBOSA, B. C. **Uso de Vespas Sociais (Vespidae: Polistinae) como Bioindicador de Qualidade Ambiental de Fragmento Urbano de Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: Nelson de Azevedo Branco, 2013.

BOLTON, B. 2014. **An online catalog of the ants of the world**. Disponível em: <<http://antca.org/>>. Acessado em: 3 nov. 2018.

BORROR, D. J.; DELONG, D. M. **Introdução ao estudo dos insetos**. São Paulo: Edgar Bluncher Ltda, 1969, 853p.

BRANCALION, P. H. S.; GARCIA, L. C.; LOYOLA, R.; RODRIGUES, R. R.; PILLAR, V. D.; LEWINSOHN, T. M. A critical analysis of the Native Vegetation Protection Law of Brazil: updates and ongoing initiatives. **Natureza e Conservação**, v. 1, n. 14, p. 1-15, 2016.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm>. Acesso em: 22 de jan. 2019.

CAESB - COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL. **Recuperação de áreas degradadas: Projeto Pátio Ferroviário**. Relatório de Operação da Superintendência de Operação e Manutenção de Esgotos – POE. 2013.

CANTARELLI, E. B.; FLECK, M. D.; GRANZOTTO, F.; CORASSA, J. D. N.; D'AVILA, M. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira em diferentes sistemas de uso do solo. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 607-616, 2015.

DIAS, N. S. **Interações entre as comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de fragmentos florestais e de agroecossistemas adjacentes**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras – UFLA, 2004.

DIEHL-FLEIG, E.; LUCHESE, M. E. P.; SANHUDO, C. E.; DIEHL-FLEIG, E. D. Mirmecofauna de solo em áreas de mineração de cobre na bacia do Camaquã, RS, Brasil. **Naturalia**, v.24 (n. esp.), p.99-101, 1999.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2015. **Recuperação de áreas degradadas**. Disponível em: <<http://www.cnpma.embrapa.br/unidade/index.php3?id=229&func=pesq>>. Acessado em: 3 nov. 2018.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: EMBRAPA; 2013. 353 p.

FERREIRA, D. C.; DE SOUSA, N. M. C. A natureza do cerrado e a implantação de sistemas agroflorestais para recuperação de áreas degradadas no município de Itapuranga-Goiás/Brasil. **Revista Presença Geográfica**, v. 3, n. 1, p. 118-131, 2016.

FRÖHLICH, F. R. S.; STROHSCHOEN, A. A. G.; RAMPPEL, C.; FERLA, N. J. Diversidade de formigas (Formicidae) em áreas de eucalipto e vegetação nativa no município de Capitão, Rio Grande do Sul. **Caderno Pedagógico**. v. 8, n. 2, p. 109-124, 2011.

GAMARRA, R. M.; FERREIRA, T. S.; ROCHE, K. F.; MATOS FILHO, H. J. S.; CATALANI, T. G. T.; PAGOTTO, T. C. S.; PARANHOS FILHO, A. C. Analysis of land cover changes of a Cerrado (Tropical Savanna) área in the Centre-West of Brazil. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 1, p. 76-90, 2016.

GOULART, M. D.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, v. 2, n. 1, p. 156-164, 2003.

IBAMA - Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de vegetação**. Brasília, 96p. 1990.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2ªed revisada e ampliada. 2012. 271p.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados meteorológicos**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acessado em: 12 jan. 2019.

KASPARI, M. A. Primer on ant ecology. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E; SCHULTZ, T.R. **Ants standard methods for measuring and monitoring biodiversity**, p.9-24, 2000.

KOPPEN, W. Das geographische system der klimat. **Handbuch der klimatologie**, 1936, 46p.

LOBRY DE BRUYN, L. A. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, n. 1, p. 425-441, 1999.

MACIEL, L.; IANTAS, J.; GRUCHOWSKI-W, F. C.; HOLDEFER, D. R. Inventário da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em ambiente de sucessão ecológica florística no município de União da Vitória, Paraná. **Biodiversidade Pampeana**, v. 9, n. 1, p. 39-43, 2011.

MAJER, J. D. Ant recolonization of rehabilitated bauxite mines at Trombetas, Pará, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 12, n. 2, p. 257-273, 1996.

MAJER, J. D. Ant recolonização de minas de bauxita reabilitadas de Poços de Caldas, Brasil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 8, n. 1, p. 97-108, 1992.

MAJER, J. D. Ants: bio-indicators of minesite rehabilitation, landuse, and land conservation. **Environmental Management**, v. 7, n. 4, p. 375-85, 1983.

MELQUIADES, F. L. ALMEIDA, E.; PERES, J. A.; SMUCZEK, B.; WOUK, L. C. Análise de metais em sangue de bovinos e no ambiente de criação de bovinos por EDXRF. **RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 13, n. 1, p. 9-21, 2011.

NAKAYAMA, M. P.; FERREIRA, M. E.; OLIVEIRA, M. A.; DELABIE, J. H. C. A riqueza e composição de formigas como indicadores dos efeitos do manejo florestal de baixo impacto em Floresta Tropical no Estado do Acre. **Revista Árvore**. v. 37, n. 1, p. 163- 173, 2013.

NERI, A. V.; SOARES, M. P.; MEIRA NETO, J. A. A.; DIAS, L. E. Espécies de Cerrado com potencial para recuperação de áreas degradadas por mineração de ouro, Paracatu-MG. **Revista Árvore**, v. 35, n. 4, p. 907-918, 2011.

OLIVEIRA, J. D.; FERREIRA, A. N.; JÚNIOR, A. B. V.; DANTAS, J. O.; SANTOS, M. J. C.; RIBEIRO, M. J. B. Diversidade de formigas (hymenoptera; formicidae) edáficas em três estágios sucessionais de mata atlântica em São Cristóvão, Sergipe. **Agroforestalis News**, v. 1, n. 1, p. 48-57, 2016.

OLIVEIRA, M. A.; GOMES, C. F. F.; PIRES, E. M.; MARINHO, C. G. S.; DELLA LÚCIA, T. M. C. Environmental bioindicators: insects as a tool for biodiversity monitoring. **Revista Ceres**, v. 61, n. 7, p. 800-807, 2014.

PPCERRADO. **Balanco de execução 2018**. Disponível em: <http://combateadesmatamento.mma.gov.br/images/Doc_ComissaoExecutiva/Balanco-PPCDAm-e-PPCerrado_2018.pdf>. Acesso em: 20 de jan. 2018.

PEREIRA, M. P. S.; QUEIROZ, J. M.; VALCARCEL, R.; NUNES, A. J. M. 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.

RÉ, T. M. **O Uso de formigas como bioindicadores no monitoramento ambiental de revegetação de áreas mineradas**. 244f. Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

RIBAS, C. R.; SOLAR, R. R. C.; CAMPOS, R. B. F.; SCHMIDT, F. A.; VALENTIM, C. L.; SHOEREDER, J. H. Can ants be used as indicators of environment impacts caused by arsenic?. **Journal of Insect Conservation**, v. 16, n. 3, p. 413- 421, 2012.

RIBAS, C. R.; SCHMIDT, F. A.; SOLAR, R. R. C.; SHOEREDER, J. H.; VALENTIM, C. L.; SANCHES, A. L. P.; ENDINGER, F. B. Mesa redonda formigas podem ser utilizadas como bioindicadoras de recuperação após impactos ambientais? **Biológico**, v. 69, n. 2, p. 57-60, 2007.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: Ecologia e flora**. Brasília, DF: Embrapa Informação TeCCológica, p. 153-212, 2008.

ROCHA, W. O.; DORVAL, B. A.; FILHO, O. P.; VAEZ, C. A.; RIBEIRO, E. S. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) Bioindicadoras de degradação ambiental em Poxoréu, Mato Grosso, Brasil. **Floresta e Ambiente**, v.22, n. 1, p. 88-98, 2015.

ROCHA, W. O.; DORVAL, A.; PESRES, O. F.; VAEZ, C. A.; CASTRO, C. K. C. Diversidade da Mirmecofauna em uma Área Degradada pela Garimpagem de Diamantes no Estado de Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 17, n. 2, p. 51-60, 2014.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Recuperação de formações ciliares: conceitos, tendências, modelos de implantação e recomendações práticas. **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Orgs), São Paulo: EDUSP/FAPESP, p. 233-247, 2001.

ROSADO, J. L. O.; BECKMANN, G. H.; PATRICIO, R. S.; MARQUES, B. H. Estrutura da assembleia de formigas (Hymenoptera: Formicidae) epigéicas em áreas reabilitadas após

mineração de carvão a céu aberto no Sul de Santa Catarina, Brasil. **TeCCologia e Ambiente**, v. 20, n. 1, p. 207-227, 2014.

SCHIEVENIN, D. F.; TONELLO, K. C.; SILVA, D. A. D.; VALENTE, R. D. O.; FARIA, L. C. D.; THIERSCH, C. R. Monitoramento de indicadores de uma área de restauração florestal em Sorocaba-SP. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, v. 19, n. 1, p. 95-108, 2012.

SER - Society for Ecological Restoration International Science and Policy Working Group 2004. **The SER Primer on Ecological Restoration**. Disponível em:<www.ser.org>. Acesso em: 20 de nov. 2018.

SILVA, G. O.; SOUZA, P. B. Fitossociologia e estrutura diamétrica de um fragmento de cerrado *sensu stricto*, Gurupi-TO. **Revista Desafios**, v. 3, n.1, p. 22-29, 2016.

SILVA, A. F.; CARVALHO, Y. C.; COSTA, S. J. M. L.; OLIVEIRA, L. R.; SILVA NOVATO, T.; ALMEIDA, N. G.; BRUGIOLO, S. S. S. Fauna de Formigas (Hymenoptera, Formicidae) em um fragmento de Floresta Atlântica no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zoociências**, v.19, n.1, p.44-55, 2018.

SILVA, L. C. R.; CORRÊA, R. S. Sobrevivência e crescimento de seis espécies arbóreas submetidas a quatro tratamentos em área minerada no cerrado. **Revista Árvore**, v. 32, n. 4, 2008.

SOARES-FILHO, B.; RAJÃO, R.; MACEDO, M.; CARNEIRO, A.; COSTA, W.; COE, M.; RODRIGUES, H.; ALENCAR, A. Cracking Brazil's Forest code. **Science**, v. 344, n.1, p. 363-364, 2014.

SPOLIDORO, M. V. **Levantamento da mirmecofauna de solo (Hymenoptera: Formicidae) em cultivo orgânico de café (*Coffea arabica*)**. 73f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Ciências. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2009.

STADLER, B.; SCHRAMM, A.; KALBITZ, K. Ant-mediated effects on spruce litter decomposition, solution chemistry, and microbial activity. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 38, n. 3, p. 561-572, 2006.

SUDING, K.; HIGGS, E.; PALMER, M.; CALLICOTT, J. B.; ANDERSON, C. B.; BAKER, M.; RANDALL, A. Committing to ecological restoration: Efforts around the globe need legal and policy clarification. **Science**, v. 348, n. 638, p. 638-640, 2015.

VASCONCELOS, H. L. Respostas das formigas à fragmentação florestal. **Série Técnica IPEF**, v.12, n.32, p.95-98, 1998.

VIEIRA, M. S. G.; FERREIRA, R. L.; OLIVATI, F. N. A utilização de bioindicadores como instrumento de perícia ambiental. **Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 5, n. 3, p. 1-14, 2017.

WINK, C.; GUEDES, J. V. C.; FAGUNDES, C. K.; ROVEDDER, A. P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 4, n. 1, p. 60-71, 2005.

CAPÍTULO I

FLORÍSTICA E ESTRUTURA DA VEGETAÇÃO ARBÓREA E ARBUSTIVA EM FRAGMENTOS DE CERRADO SENTIDO RESTRITO

RESUMO - O objetivo desse estudo foi caracterizar e comparar a composição florística, a estrutura e a diversidade de espécies dos estratos lenhoso e regeneração, em dois fragmentos do Cerrado sentido restrito conservado e degradado. Foi realizado inventário florestal nas duas áreas, utilizando amostragem aleatória, com 13 parcelas de 20 x 50 m (1000 m²) no Cerrado conservado e 10 no degradado, onde foram amostradas e identificadas todas as árvores com $Db \geq 5$ cm. Em cada parcela foi alocada uma sub-parcela de 10 x 10 m (100 m²) para avaliar a regeneração natural, que incluiu todos os indivíduos com $Db \leq 5$ cm. Foi realizada análise de suficiência amostral e de similaridade entre os ambientes. A intensidade amostral foi alcançada para os dois estratos nas duas áreas. As áreas apresentaram diferença significativa na composição de espécies. As composições florísticas e fitossociológicas nos dois estratos do Cerrado conservado foi caracterizado como estruturado e diverso em seus estratos, enquanto o Cerrado degradado em seus estratos apresentou estrutura desequilibrada em estágio inicial de recuperação e baixa diversidade de espécies arbustivo-arbórea.

Palavras-chave: Fitossociologia; estrutura, áreas degradadas.

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado tem sido alvo de grande exploração, é considerado o bioma brasileiro que mais sofreu alterações com a ocupação humana e um dos mais ameaçados do planeta (MMA, 2018). Tal problemática tem como principal causa as mudanças de uso e ocupação do solo. Essas modificações gerou a diminuição da área de vegetação nativa, fragmentação de habitats, invasão de espécies exóticas, erosão dos solos, poluição de aquíferos, alterações nos regimes de queimadas, entre outros (KLINK; MACHADO, 2005).

No Distrito Federal, a criação de Brasília provocou grande pressão sobre extensas áreas desse bioma, que fora substituído pela urbanização, pecuária, agricultura e até mesmo mineração. A mineração nesse caso relacionada à exploração de materiais, com o objetivo de suprir demandas das obras de engenharia, deixando mais de três mil hectares degradados, o que corresponde a 0,6% do território distrital (NERI et al., 2011).

Em geral, esse processo ocasionou modificação da paisagem e impactos ambientais, como a alta compactação do solo, baixo índice de vegetação, baixa disponibilidade de nutrientes e retenção de água, o que dificultou o desenvolvimento da comunidade vegetal (SILVA; SOUSA, 2016). Diante disso, é imprescindível a aplicação de técnicas que buscam reverter a degradação, em que a realização de estudos florísticos e fitossociológicos são fundamentais para o conhecimento do ambiente, consequentemente, auxiliarem no desenvolvimento de estratégias que visam a recuperação, manejo e conservação do bioma (GIMENEZ; GODOY, 2007; SUGUITURU, 2013).

Assim, para determinar quais espécies, como e quando introduzir na área a ser recuperada é importante levar em consideração o estudo sobre a composição florística, estrutura da vegetação e diversidade das espécies na comunidade (COSTA; ALVES, 2016).

Neste sentido, o objetivo desse estudo foi caracterizar e comparar a composição florística, a estrutura da vegetação e diversidade de espécies arbóreo-arbustiva dos estratos adulto e regenerante em dois fragmentos do Cerrado sentido restrito (conservado e degradado).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. COLETA DE DADOS

Foi realizado inventário florestal por meio de amostragem casual simples, com parcelas retangulares (20 x 50 m) em dois estágios, sendo o estrato lenhoso e o de regeneração natural.

Foram alocadas 13 parcelas no Cerrado conservado e 10 parcelas no Cerrado degradado, onde foram amostradas e identificadas todas as árvores e arbustos com diâmetro a 30 cm do solo ($Db \geq 5$ cm), utilizou-se fita métrica e vara graduada para a mensuração de circunferência e altura total. Em cada parcela foi alocada uma sub-parcela de 10 x 10m (100 m²) localizada na lateral da parcela principal para estimar a regeneração natural. Como regenerantes foram amostradas e identificadas todas as espécies com $Db \leq 5$ cm, utilizou-se fita métrica e vara graduada para a mensuração de circunferência e altura total respectivamente (FELFILI, 2005).

2.2. ANÁLISE DE DADOS

Para análise dos dados foram calculados os parâmetros fitossociológicos: Densidade absoluta (DA_i), densidade relativa (DR_i), dominância absoluta (DoA_i), dominância relativa (DoR_i), frequência absoluta (FA_i), frequência relativa (FR_i), índice de valor de importância (IVI). Além disso, foram calculados os índices de diversidade de Shannon (H') e equabilidade de Pielou (J').

Foram coletadas amostras botânicas de todas as espécies não identificadas em campo, para posterior identificação realizada com o apoio de especialistas e consultas ao herbário da Universidade de Brasília (UB). A classificação botânica foi realizada de acordo com o sistema *Angiosperm Phylogeny Group IV* (CHASE et al., 2016) e para verificação de grafia e sinônimas nomenclaturais utilizou-se o site Flora do Brasil do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (FLORA DO BRASIL, 2018)

A riqueza florística expressa pela curva espécie-área foi utilizada como base na determinação da suficiência amostral do inventário. Foi empregada a regressão linear com resposta em platô para determinação do ponto de inflexão das curvas espécie-área gerada entre o número de parcelas e de espécies, conforme Nappo et al., (1999).

Para o estudo da distribuição diamétrica, a definição das classes foi baseada na distribuição de diâmetros do estrato lenhoso em intervalos de 4,0 cm, conforme recomendado por Felfili; Silva, (1988) em Cerrado *sensu stricto*. Os diâmetros da regeneração foram incluídos em uma única classe de 0 a 5,0 cm juntamente com o estrato

lenhoso. Para a distribuição em alturas do estrato lenhoso foi adotado amplitude de 1,0 m e para regeneração natural seguiu a metodologia de Finol (1971), em que se utiliza três classes: Classe 1 - de 0,1 a 1m de altura; Classe 2 - de 1,1 a 3m; Classe 3 - 3,1 até o diâmetro estabelecido no inventário do estrato lenhoso ($Db \geq 5$ cm).

A análise de similaridade (ANOSIM), foi realizada, a fim de verificar a existência da diferença significativa na composição de espécies de plantas, entre as áreas estudadas (CLARKE; WARWICK, 1994). Esses dados foram ordenados em Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS). A medida de dissimilaridade utilizada foi o Índice de Bray-Curtis conforme Legendre e Legendre, (1998). Essas análises foram realizadas no programa R, com os pacotes Vegan e MASS.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Suficiência amostral – A suficiência amostral do estrato lenhoso do Cerrado conservado foi atingida, pois o ponto de máxima inflexão da curva, gerada entre o número de espécie e o número de parcelas foi alcançado na parcela onze, que corresponde a 1,1 ha de área amostrada (Figura 2A). Para o estrato de regeneração no Cerrado conservado a suficiência amostral foi atingida a partir de 0,11 ha a curva começa a se estabilizar, formando um platô (Figura 2B).

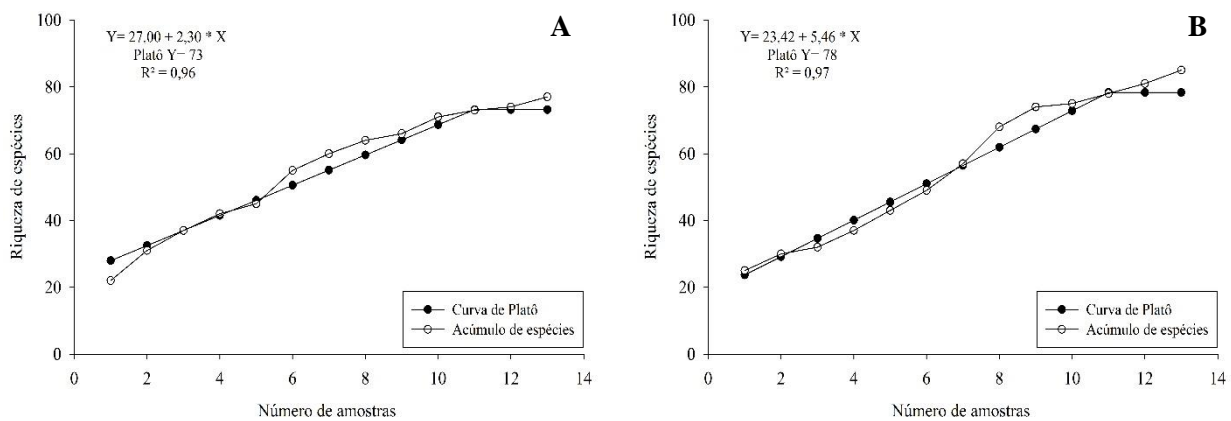


Figura 2. Riqueza de espécies arbustivo-arbórea estimada e observada para o Cerrado Sentido restrito conservado amostrado em Brasília-DF em função do esforço amostral: A) Estrato lenhoso; B) Regeneração.

A suficiência amostral no estrato lenhoso do Cerrado degradado foi atingida a partir de 0,8 ha em que a curva se estabiliza formando o platô (Figura 3A). No estrato da regeneração esta foi atingida a partir de 0,08 ha (Figura 3B).

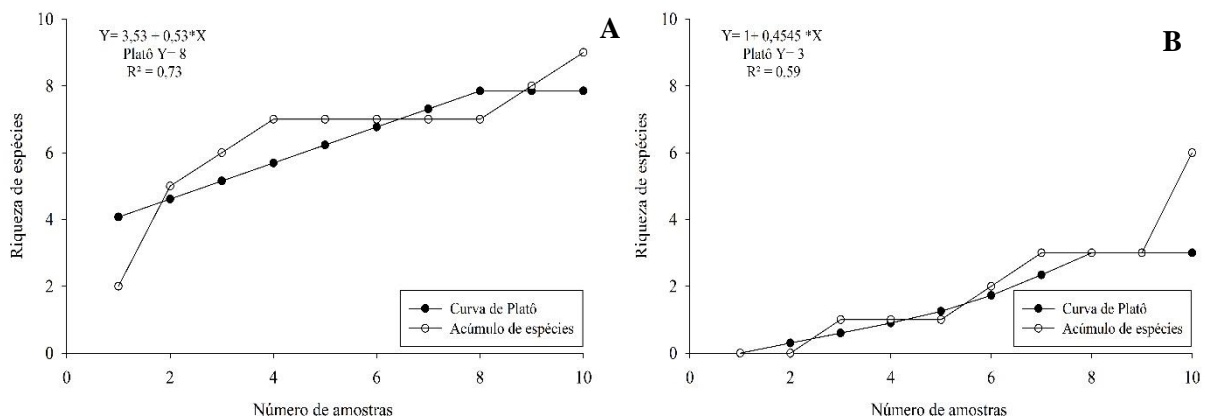


Figura 3. Riqueza de espécies arbustivo-arbórea estimada e observada em Cerrado sentido restrito degradado amostrado em Brasília-DF, em função do esforço amostral: A) Estrato lenhoso; B) Regeneração.

Composição Florística e Parâmetros Fitossociológicos - Foram amostrados no estrato lenhoso em Cerrado conservado 1.059 indivíduos distribuídos em 32 famílias, contendo 57 gêneros e 77 espécies. A densidade absoluta no estrato lenhoso do Cerrado conservado foi estimada em 1.059 ind.ha⁻¹ e área basal de 13,39 m²/ha⁻¹ (Apêndice 2). Valores semelhantes de riqueza (75 espécies) e área basal (11,24 m²/ha⁻¹) foram obtidos por Almeida et al. (2014) em um monitoramento de 27 anos na Fazenda Água Limpa, Brasília-DF.

Na regeneração no Cerrado conservado foram amostrados 967 indivíduos distribuídos em 36 famílias, contendo 61 gêneros e 85 espécies. A densidade absoluta foi estimada em 5.721 ind.ha⁻¹ e área basal de 0,50 m²/ha⁻¹ (Apêndice 3). Valores inferiores de riqueza (49 espécies) foram obtidos por Medeiros et al. (2007) em estudo na Fazenda Água Limpa, Brasília-DF e Elias et al. (2015) em estudo na mesma fitofisionomia no Mato Grosso (76 espécies).

No Cerrado degradado, o estrato lenhoso apresentou 48 indivíduos distribuídos em 7 famílias botânicas contendo 9 gêneros e 9 espécies. A densidade absoluta foi de 53 ind.ha⁻¹ e área basal de 0,52 m²/ha⁻¹ (Apêndice 5). Já na regeneração foram amostrados 5 indivíduos distribuídos em 3 famílias contendo 5 gêneros e 5 espécies. A densidade absoluta foi de 125 ind.ha⁻¹ e área basal de 0,013 m²/ha⁻¹ (Apêndice 6).

Notam-se poucos indivíduos e baixa área basal no Cerrado degradado quando comparado com Cerrado conservado, isso provavelmente está associado ao grau de degradação e aos impactos sofridos sofrido por essa área, tais como remoção da camada superficial do solo, compactação, e de forma secundária a perda do banco de semente, o que dificultou o estabelecimento e desenvolvimento das espécies (SILVA; SOUSA, 2016).

As famílias com maior número de espécies no estrato lenhoso no Cerrado conservado, foram: Fabaceae (18), sendo 23,37% do total, seguido por Vochysiaceae (6), Malpighiaceae (4) e Myrtaceae (4). Os gêneros *Erythroxylum*, *Byrsonima*, *Miconia* e *Qualea*, foram o mais diversificado, com três espécies representadas. O total de 53,12% das famílias (17) e 77,19% dos gêneros (44) foram representados por uma única espécie, refletindo em alta riqueza de espécies na área.

No estrato da regeneração, na área conservada Fabaceae obteve o maior número de espécies (15), sendo 17,64% do total, seguido por Malpighiaceae (6), Annonaceae (5) Myrtaceae (4), Vochysiaceae (4). O gênero *Annona* foi o mais diversificado, com quatro

espécies representadas, seguida por *Erythroxylum*, *Byrsonima*, *Miconia*, *Qualea* e *Psidium* com três espécies cada. O total de 58,33% das famílias (21) e 73,77% dos gêneros (45), foram representados por uma única espécie, refletindo em alta riqueza de espécies da área.

Em área de Cerrado degradado, as famílias mais ricas do estrato lenhoso foram: Fabaceae com (5) espécies, sendo 55,55% do total, seguida por Celastraceae (1), Malpighiaceae (1), Ochnaceae (1), e Solanaceae (1). Na regeneração foram: Fabaceae com espécies (3), sendo 60% do total, seguido por Calophyllaceae (1) e Malvaceae (1).

Com relação ao posicionamento das famílias do estrato lenhoso do Cerrado conservado, quanto ao IVI (índices do valor de importância), quatro famílias, Fabaceae, Vochysiaceae, Calophyllaceae e Malpighiaceae nesta ordem, detêm mais de 50% deste índice.

Na regeneração do Cerrado degradado, Fabaceae, Calophyllaceae, Apocynaceae, Vochysiaceae, Asteraceae e Malpighiaceae foram as mais importantes. O processo de regeneração constitui características do estoque de plantas do componente jovem da comunidade (SILVA et al., 2004), por isso, essas famílias são as mais importantes, uma vez que, apresentam espécies na regeneração capazes de se estabelecerem no estrato lenhoso frente à competição de espaço e recursos.

No estrato lenhoso da área degradada, a Fabaceae detém mais de 84% do IVI, seguida por Malpighiaceae, Ochnaceae, Solanaceae e Celastraceae. Já no estrato da regeneração, a Fabaceae representou 33% do IVI, seguida por Calophyllaceae e Malvaceae. A alta incidência de Fabaceae ocorre pois é uma das maiores famílias existentes, possuem características que refletem em sua capacidade de colonização em diferentes formações florestais, tanto em riqueza específica quanto em valores de importância (FERREIRA et al., 2017). É por isso, frequentemente utilizada em projetos de recuperação de áreas mineradas, tendo em vista que apresentam características importantes nesse processo, como alto grau de regeneração natural, rusticidade, crescimento rápido, melhora as condições edáficas e possuem espécies facilitadoras da sucessão natural (CHADA et al., 2004; ARAÚJO et al., 2006; COSTA; ALVES, 2016).

No Cerrado conservado, as espécies que se destacaram quanto ao valor de importância e que juntas representaram mais de 50% do IVI, coincidiram no estrato lenhoso e regeneração natural, com exceção das espécies *Caryocar brasiliense*, *Stryphnodendron adstringens*, *Aspidosperma macrocarpon*, *Protium ovatum*, *Hymenaea stigonocarpa* e *Aspidosperma tomentosum* (Figura 4A).

As espécies *Dalbergia miscolobium* (27,78), *Ouratea hexasperma* (18,02), *Kielmeyera coriacea* (17,17), *Qualea parviflora* (16,80), *Qualea grandiflora* (15,91), *Byrsonima verbascifolia* (12,77), *Caryocar brasiliense* (12,04), *Eremanthus glomerulatus* (9,95), *Stryphnodendron adstringens* (8,93), *Connarus suberosus* (8,81) e *Piptocarpha rotundifolia* (8,44), somaram 52,22% do índice no estrato lenhoso e, representam 34% da frequência, 63,03% densidade e 59,59% da dominância relativa (Apêndice 2). Enquanto na regeneração *Kielmeyera coriacea* (23,12), *Aspidosperma tomentosum* (19,95), *Dalbergia miscolobium* (15,02), *Connarus suberosus* (14,98), *Eremanthus glomerulatus* (13,91), *Ouratea hexasperma* (13,57), *Qualea grandiflora* (10,82), *Protium ovatum* (8,89), *Qualea parviflora* (7,59), *Hymenaea stigonocarpa* (6,88), *Aspidosperma macrocarpon* (6,79), *Byrsonima verbascifolia* (6,71) e *Piptocarpha rotundifolia* (6,68), foram as mais representativas com 51,65% do índice (Figura 4A). Essas espécies somaram 38,33% da frequência, 55,32% da densidade e 61,26% da dominância relativa (Apêndice 3).

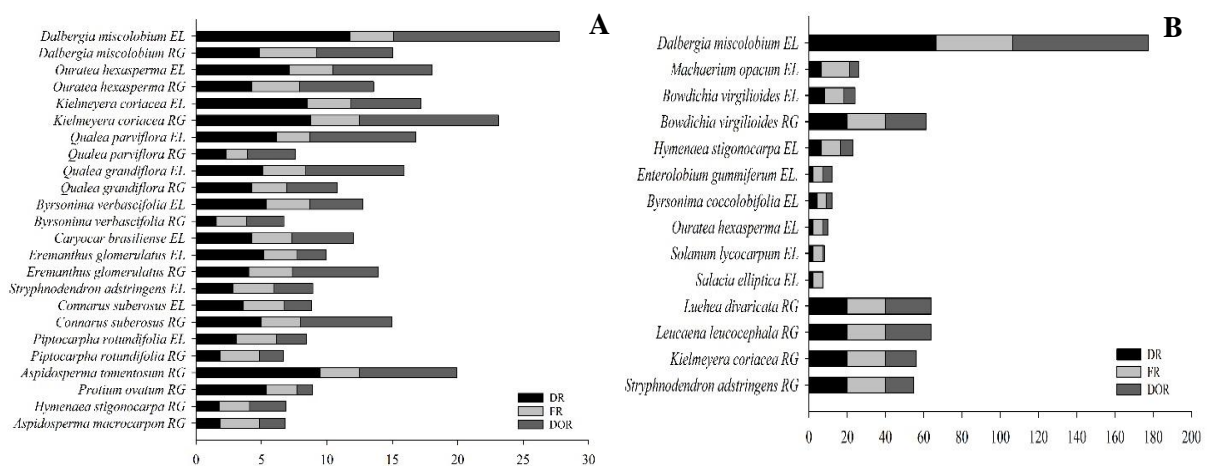


Figura 4. Comportamento estrutural das 10 espécies com maior Índice de Valor de Importância (IVI) observadas no estrato lenhoso e na regeneração natural, amostrados em Brasília-DF em: A) Cerrado conservado, B) Cerrado degradado, Brasília-DF, 2018. Em que: EL = Estrato lenhoso e RG = Regeneração.

A maioria das espécies dos dois estratos no Cerrado conservado apresentou padrão de ocupação semelhantes na comunidade. *Dalbergia miscolobium*, *Ouratea hexasperma*, *Qualea parviflora*, *Qualea grandiflora*, *Kielmeyera coriacea*, *Connarus suberosus*, *Eremanthus glomerulatus*, *Caryocar brasiliense*, *Byrsonima verbascifolia* e *Aspidosperma tomentosum*, investem em muitos indivíduos com maior porte e frequentes na comunidade. *Hymenaea stigonocarpa*, *Stryphnodendron adstringens* e *Piptocarpha*

rotundifolia, apresentaram indivíduos de médio porte, com uma quantidade razoável de indivíduos e alta frequência. Por outro lado, a espécie *Protium ovatum* apresentou baixa dominância, frequência e densidade média.

Dessa forma, a estrutura da comunidade do Cerrado conservado pode ser caracterizada pela existência de poucas espécies com grande ocupação e muitas espécies com pequena participação, sendo consideradas incomuns ou raras localmente. Embora exista semelhança das espécies nos dois estratos, nota-se que a quantidade de indivíduos na regeneração é menor, o que remonta à possibilidade de que nem todos os indivíduos de determinada espécie vão atingir à fase adulta devido a competição (SILVÉRIO et al., 2010).

Um dos requisitos para que uma população se mantenha presente no ecossistema é a grande quantidade de indivíduos no estrato de regeneração (AMARAL et al., 2015). No entanto, outro fator deve ser levado em consideração, a capacidade desses indivíduos em explorar os recursos frente à competição. Uma vez que, no Cerrado, a competição por recursos podem ser fatores limitantes ao estabelecimento e à sobrevivência de plântulas de espécies lenhosas (SILVÉRIO et al., 2010).

No Cerrado degradado, as espécies com maior IVI não coincidiram entre o estrato lenhoso e a regeneração, apenas a espécie *Bowdichia virgilioides* possui representantes nos dois estratos. No estrato lenhoso a espécie *Dalbergia miscolobium* apresentou maior IVI (177,3), seguida de *Machaerium opacum* (25,81), *Bowdichia virgilioides* (24,09), *Hymenaea stigonocarpa* (23,06), *Enterolobium gummiferum* (12,14), *Byrsonima coccolobifolia* (12,05), *Ouratea hexasperma* (10,06), *Solanum lycocarpum* (8,02) e *Salacia elliptica* (7,5) (Figura 4B) (Apêndice 5). Na regeneração, *Leucaena leucocephala* (63,88), *Luehea divaricata* (63,88) e *Bowdichia virgilioides* (61,39) somaram juntas 63,04% do IVI, seguida de *Kielmeyera coriácea* (56,11) e *Stryphnodendron adstringens* (54,74) (Figura 4B) (Apêndice 6).

As espécies *Dalbergia miscolobium*, *Leucaena leucocephala*, *Luehea divaricata*, *Machaerium opacum*, *Bowdichia virgilioides*, *Hymenaea stigonocarpa*, *Enterolobium gummiferum*, *Byrsonima coccolobifolia* e *Ouratea hexasperma*, investem em mais indivíduos, com maior porte e grande frequência na comunidade. Por outro lado, *Solanum lycocarpum*, *Salacia elliptica*, *Kielmeyera coriácea* e *Stryphnodendron adstringens*, apresentam comportamento contrário, com indivíduos de pequeno a médio porte (Figura 4B)

Foi verificado diferença significativo na composição florística nas áreas. Essa mudança pode ser explicada pelo nível de degradação ambiental que área analisada sofreu (SILVA; SOUSA, 2016), em que apenas as espécies mais eficientes na exploração de recursos permaneceram. No entanto, essa permanência não é evidência de estabelecimento, uma vez que, as espécies presentes na regeneração podem enfrentar dificuldades para se estabelecerem no estrato lenhoso, e, possivelmente, as pertencentes ao estrato lenhoso apresentam dificuldades para se manter na comunidade.

Diversidade – Os valores alcançados de diversidade e equabilidade na área conservada, tanto no estrato lenhoso (3,46; 0,80) quanto na regeneração (3,72; 0,84), encontram-se dentro da faixa comumente encontrada para esse tipo de vegetação e implica em alta diversidade, com espécies distribuídas homoganeamente, forte heterogeneidade ambiental e baixa dominância ecológica (FELFILI et al., 1997; FELFILI; IMAÑA-ENCINAS, 2001; NOGUEIRA et al., 2001; MEIRA; JÚNIOR, 2002; FELFILI et al., 2002; SAPORETTI et al., 2003; FERREIRA et al., 2017) (Tabela 1).

Tabela 1. Características de diversidade das áreas de Cerrado sentido restrito conservado e degradado amostrados em Brasília-DF. N = número de indivíduos, S = Número de espécies, H' = Índice de Shannon e J' = Índice de equabilidade de Pielou.

	Cerrado conservado		Cerrado degradado	
	Estrato lenhoso	Regeneração	Estrato lenhoso	Regeneração
N	1.059	967	48	5
S	77	85	9	5
H'	3,46	3,72	1,28	1,61
J'	0,80	0,84	0,56	0,90

N = número de indivíduos, S = Número de espécies, H' = Índice de Shannon e J' = Índice de equabilidade de Pielou.

Os baixos valores encontrados na área degradada demonstram baixa densidade de indivíduos associada à baixa riqueza de espécies e consequentemente baixa equabilidade e elevada diversidade. Isso porque as condições atuais da área afetam o número e abundância de espécies. Uma vez que, áreas de empréstimos possuem características que dificultam ou impedem o crescimento e o estabelecimento da vegetação (SILVA; SOUSA, 2016).

Diversos autores têm mencionado como principais empecilhos para o estabelecimento da regeneração natural o alto grau de compactação do solo, a eliminação da camada superficial do solo e a ausência do banco de sementes, bem como a invasão por espécies exóticas (PIVELLO et al., 1999; MARTINS et al., 2004).

Distribuição em classes - A distribuição diamétrica nas duas áreas demonstrou que no Cerrado conservado essa distribuição apresentou comportamento similar ao “J invertido”, (curva exponencial negativa), característico de comunidade em equilíbrio (SCOLFORO, 1998; CONDÉ; TONINI, 2013) (Figura 5). Houve maior predominância dos indivíduos nas primeiras classes, inclusive naquela que incluiu indivíduos da regeneração (0-5 cm), o que demonstra balanço positivo entre o recrutamento e mortalidade e caracteriza a comunidade como auto-regenerante (BRITO et al., 2008). O Cerrado degradado por sua vez, não apresenta esse comportamento, pois, a densidade de indivíduos remanescentes é muito pequena, o que evidencia características de desequilíbrio (Figura 5).

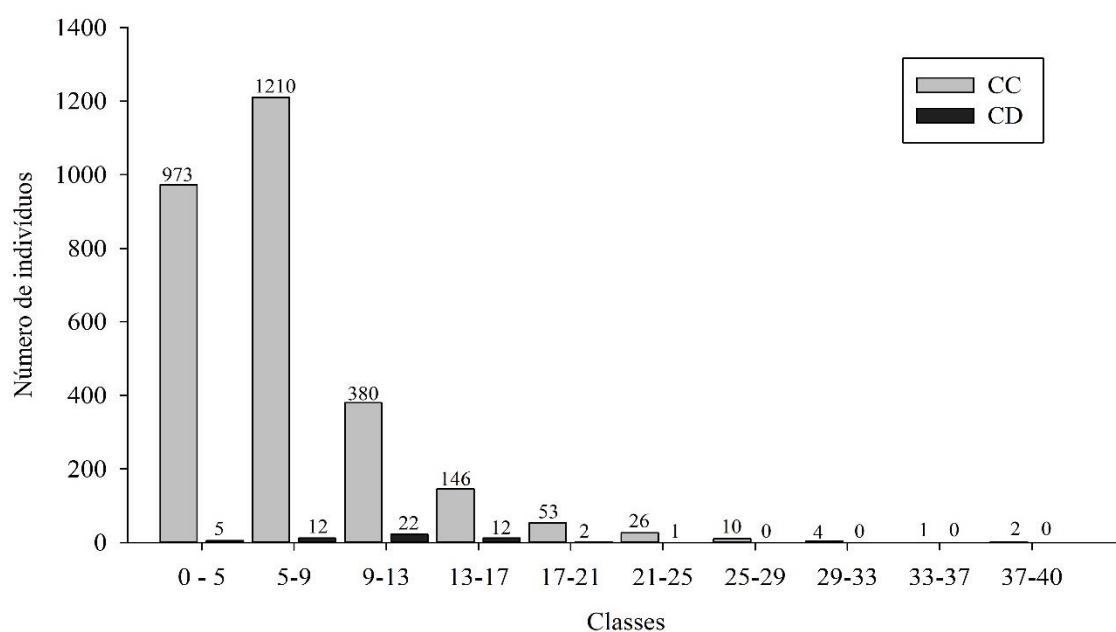


Figura 5. Distribuição por classe de diâmetro dos indivíduos arbustivo-arbóreos amostrados em Cerrado sentido restrito, Brasília-DF. CC = Cerrado conservado e CD = Cerrado Degradado. A classe 0-5 cm representa o estrato regenerante e as demais classes o estrato adulto.

No Cerrado degradado é evidente que a intensidade da degradação proporcionou a redução do número de indivíduos e proporcionou condições edáficas que dificultam o seu recrutamento. Há duas prováveis explicações que justificam esse comportamento, a primeira é que o ciclo de vida de algumas espécies não está se completando e a segunda é a de que algumas espécies estão em latência no banco de plântulas.

O estudo das classes de altura permite analisar o estágio de desenvolvimento da formação vegetal com base na distribuição dos indivíduos nos diferentes estratos, juntamente com os dados obtidos na distribuição diamétrica (MARAGON et al., 2008).

A distribuição por altura dos indivíduos do estrato lenhoso no Cerrado conservado apresentou maior concentração de indivíduos nas classes 2 a 5 m, reduzindo à medida que a altura aumenta (Figura 6A). Esse comportamento evidencia que a área encontra-se em processo de sucessão, essa redução é esperada devido à capacidade de suporte do próprio ambiente, cuja a maior parte dos indivíduos da regeneração não irá se estabelecer devido à competição por espaço (MEDEIROS et al., 2007).

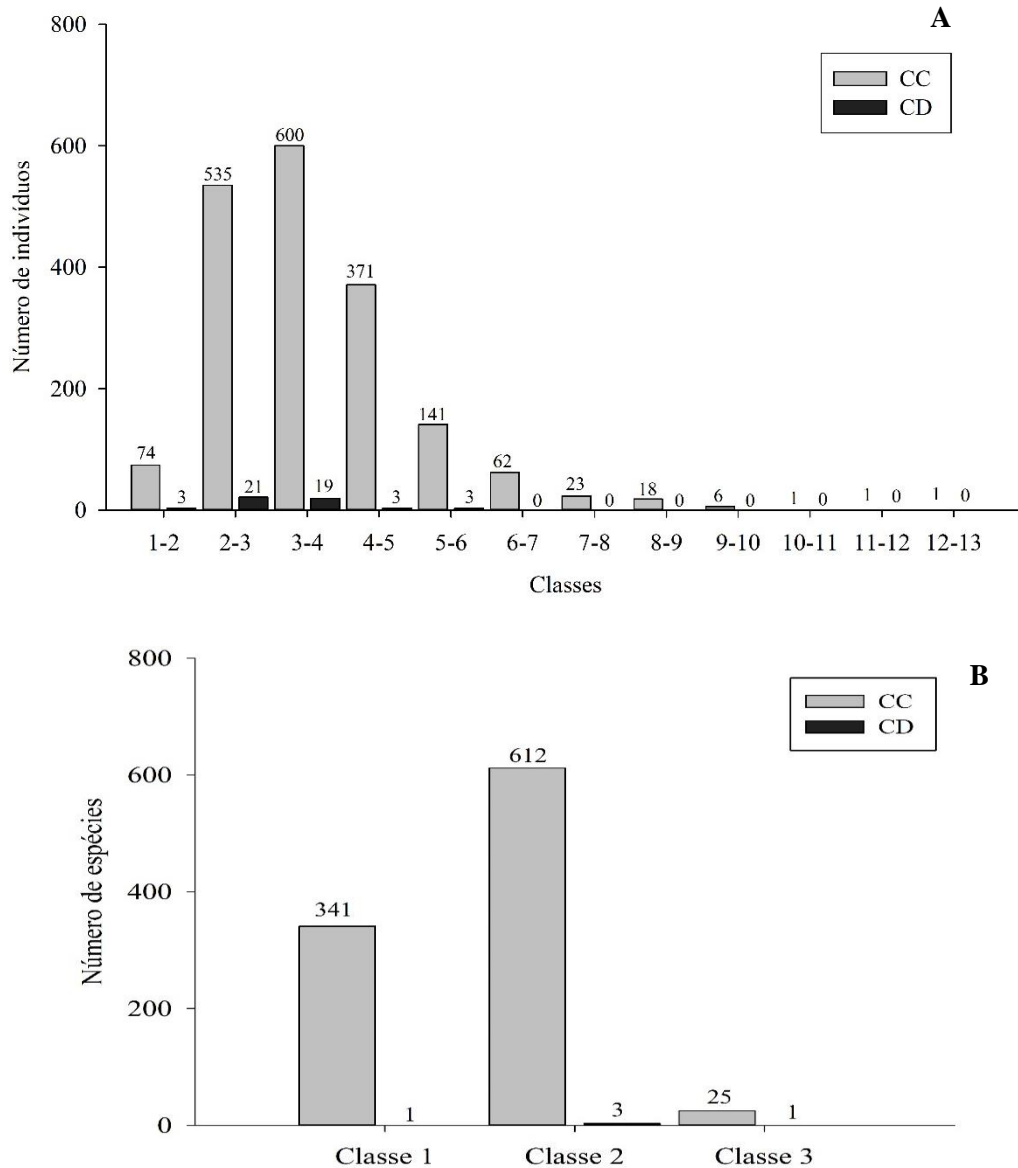


Figura 6. Distribuição dos indivíduos em classes de altura: A) Estrato lenhoso; B) Regeneração natural, Brasília-DF, 2018. Em que: CC = Cerrado conservado e CD = Cerrado Degradado.

O estrato lenhoso do Cerrado degradado apresentou uma maior concentração de indivíduos nas classes 2 e 3 m, reduzindo à medida que a altura aumenta (Figura 6A).

Quanto as alturas dos indivíduos da regeneração em Cerrado conservado e degradado, observou maior concentração de indivíduos nas classes 1 e 2 (Figura 6B). Tendo as espécies *Kielmeyera coriacea*, *Annona tomentosa*, *Protium ovatum*, *Connarus suberosus*, *Dalbergia miscolobium*, *Qualea grandiflora*, *Aspidosperma tomentosum*, *Ouratea hexasperma*, *Pterodon emarginatus* e *Eremanthus glomerulatus*, como as mais importantes dessas classes no Cerrado conservado e *Stryphnodendron adstringens*, *Kielmeyera coriacea*, *Bowdichia virgilioides* e *Luehea divaricata* no Cerrado degradado. Essas espécies são consideradas as mais comuns na fitofisionomia (ROSSI et al., 2018).

Ao considerar que a altura média das plantas encontradas na área degradada é relativamente baixa e que a predominância é de diâmetros pequenos, associados à baixa diversidade arbórea e resiliência, pode-se constatar que a colonização por essas espécies é recente, e que essa área encontra-se em um estágio sucessional inicial de recuperação, sendo necessária a intervenção antrópica para sua recuperação (VENTUROLI; VENTUROLI, 2011).

Similaridade- O teste de Anosim apresentou resultados significativos nos dois estratos entre os ambientes ($r = 0,743$; $p = 0,001$). O ordenamento dos dados pelo escalonamento multidimensional não paramétrico (NMDS; fator de stress = 0,119), resultou na separação da composição de espécies entre os ambientes levando à formação de dois grupos, Cerrado conservado e Cerrado degradado (Figura 7). O que indica que a composição florística é diretamente influenciada pelo estado de conservação da área. Arroyo; Rodrigues et al. (2013) afirmam que a degradação ambiental afeta composição florística e diversidade.

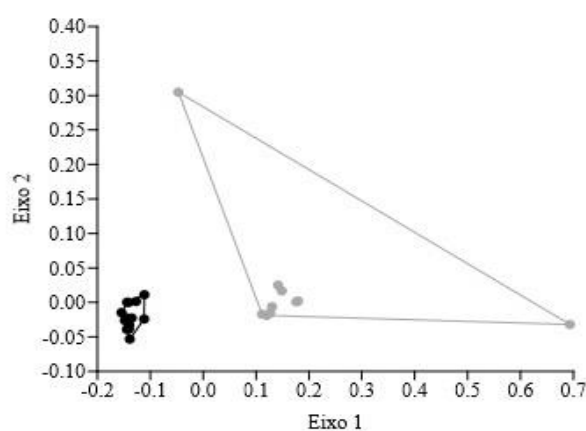


Figura 7. Ordenação de escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS; fator de estresse = 0,119) baseado na matriz de presença e ausência das espécies de plantas mais similares entre si. Cerrado conservado (preto) e Cerrado degradado (cinza).

4. CONCLUSÃO

A composição florística do Cerrado conservado nos dois estratos foi dominada pelas famílias Fabaceae, Vochysiaceae, Calophyllaceae Malpighiaceae, Apocynaceae e Asteraceae, e espécies *Dalbergia miscolobium*, *Ouratea hexasperma* e *Kielmeyera coriacea*.

O Cerrado degradado em seus dois estratos foi dominado pelas famílias Fabaceae, Malpighiaceae, Ochnaceae, Solanaceae, Celastraceae, Calophyllaceae e Malvaceae, e as espécies *Dalbergia miscolobium*, *Bowdichia virgilioides*, *Luehea divaricata* e *Leucaena leucocephala*.

As espécies com maiores IVI nos dois estratos Cerrado conservado foram, *Dalbergia miscolobium*, *Ouratea hexasperma*, *Kielmeyera coriácea*, *Qualea parviflora*, *Qualea gradiflora*, *Byrsonima verbascifolia*, *Caryocar brasiliense*, *Eremanthus glomerulatus*, *Stryphnodendron adstringens*, *Connarus suberosus*, *Piptocarpha rotundifolia*, *Aspidosperma tomentosum*, *Aspidosperma macrocarpon*, *Protium ovatum* e *Hymenaea stigonocarpa*. No degradado foram *Dalbergia miscolobium*, *Machaerium opacum*, *Bowdichia virgilioides*, *Hymenaea stigonocarpa*, *Enterolobium gummiferum*, *Byrsonima coccolobifolia*, *Ouratea hexasperma*, *Solanum lycocarpum* e *Salacia elliptica*, *Leucaena leucocephala*, *Luehea divaricata*, *Kielmeyera coriácea* e *Stryphnodendron adstringens*.

As composições florísticas e fitossociológicas nos dois estratos do Cerrado conservado apresentou estrutura em equilíbrio e alta diversidade de espécies arbustivo-árborea.

O Cerrado degradado em seus estratos apresentou estrutura desequilibrada em estágio inicial de recuperação e baixa diversidade de espécies arbustivo-árborea.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, R. F.; FAGG, C. W.; OLIVEIRA, M. C.; MUNHOZ, C. B. R.; LIMA, A. S.; OLIVEIRA, L. S. B. Mudanças florística e estruturais no cerrado *sensu stricto* ao longo de 27 anos (1985-2012) na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF. **Revista Rodriguésia**, v. 65, n. 1, p. 1-19, 2014.
- AMARAL, C. S.; AMARAL, W. G. PEREIRA, I. M.; OLIVEIRA, P. A.; MACHADO, V. M. Floristic-structural comparison of adults and regenerating strata in a mined area of campo rupestre, Diamantina, MG. **Revista Cerne**, v. 21, n. 2, p. 183-190, 2015.
- ARAÚJO, F. S. de; MARTINS, S. V.; MEIRA NETO, J. A. A.; LANI, J. L.; PIRES, I. E. Estrutura da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de Caulim, Brás Pires - MG. **Revista Árvore**, v. 30, n. 1, p. 107-116, 2006.
- ARROYO RODRÍGUEZ, V.; RÓS, M.; ESCOBAR, F.; MELO, F. P.; SANTOS, B. A.; TABARELLI, M.; CHAZDON, R. Diversidade de plantas em florestas tropicais fragmentadas: testando hipóteses de homogeneização florística e diferenciação. **Journal of Ecology**, v. 101, n. 6, p. 1449-1458, 2013.
- BRITO, E. R.; MARTINS, S. V.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. D.; SILVA, E.; SILVA, A. F. D. Estrutura fitossociológica de um fragmento natural de floresta inundável em área de Campo Sujo, Lagoa da Confusão, Tocantins. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 3, p. 379-386, 2008.
- CHADA, S. S.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. Sucessão vegetal em uma encosta reflorestada com leguminosas arbóreas em Angra dos Reis, RJ. **Revista Árvore**, v. 28, n. 6, p. 801-809, 2004.
- CHASE, M. W.; CHRISTENHUSZ, M. J. M.; FAY, M. F.; BYNG, J. W.; JUDD, W. S.; SOLTIS, D. E.; STEVENS, P. F. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 181, n. 1, p. 1-20, 2016.
- CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. Teste baseado em similaridade para padrão de comunidade: o layout bidirecional sem replicação. **Biologia Marinha**, v. 118, n. 1, p. 167-176, 1994.
- CONDÉ, T. M.; TONINI, H. Fitossociologia de uma Floresta Ombrófila Densa na Amazônia Setentrional, Roraima, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 43, n. 3, p. 247 – 260, 2013.
- COSTA, C. D. O.; ALVES, M. C. Regeneração conservado de espécies em uma área degradada sob processo de reabilitação. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 2, p. 129-139, 2016.
- ELIAS, F.; MARIMON, B. S.; NEVES, E. C.; MORANDI, S. M. R.; MEWS, H. A.; JUNIOR, M.; H.; B. Regeneração de espécies lenhosas sob a influência do bambu *Actinocladum verticillatum* (Nees) McClure ex Soderstr. (Poaceae) em cerradão e cerrado típico na transição Cerrado-Amazônia. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 13, n. 2, p. 69-78, 2015.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: EMBRAPA; 2013. 353 p.
- FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R. F. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2005.

FELFILI, J. M.; NOGUEIRA, P. E.; SILVA-JÚNIOR, M. C.; MARIMON, B. S.; DELITTI, W. B. C. Composição florística e fitossociologia do cerrado sentido restrito no município de Água Boa-MT. **Acta Botânico Brasília**, v. 16, n. 1, p. 103-112, 2002.

FELFILI, J. M.; IMAÑA-ENCINAS, J. Suficiência da amostragem no cerrado sentido restrito das quatro áreas estudadas na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco. In: **Biogeografia do Bioma Cerrado**: Estudo fitofisionômico na Chapada do Espigão Mestre do São Francisco. Brasília, Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal, v.1, n. 1, p. 31-35, 2001.

FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. Distribuição dos diâmetros numa faixa de cerrado na fazenda Água Limpa (FAL), em Brasília-DF. **Acta Botânica Brasília**, v. 2, n. 1, p. 85-105, 1988.

FELFILI, J. M. Dynamics of the conservado regeneration in the Gama gallery forest in central Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 91, n. 2/3, p. 235-245, 1997.

FERREIRA, R. Q.; CAMARGO, M. O.; TEIXEIRA, P. R.; SOUZA, P. B.; SOUZA, D. J. Diversidade florística do estrato arbustivo arbóreo de três áreas de cerrado sentido restrito, Tocantins. **Revista Desafios**, v. 4, n. 2, p. 69-82, 2017.

FINOL, U. H. Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. **Revista Forestal Venezolana**, v. 14, n. 21, p. 29-42, 1971.

FLORA DO BRASIL 2020. Algas, fungos e plantas. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/ResultadoDaConsultaNovaConsulta.do#CondicaoTaxonCP>>. Acesso em: 04 dez. 2018.

GIMENEZ, V. M. M.; GODOY, S. A. P. Diversidade da vegetação regenerante de um Cerrado após plantio de exóticas em Luiz Antônio (SP). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 2, p. 729- 731, 2007.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados meteorológicos**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acessado em: 12 jan. 2019.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

KOPPEN, W. Das geographische system der klimat. **Handbuch der klimatologie**, 1936, 46p.

LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. 1998. **Numerical ecology**. 2ª ed. Elsevier Science B.V., Amsterdam, 853 p.

MARANGON, L. C.; SOARES, J. J.; FELICIANO, A. L. P.; LINS, C. F.; BRANDÃO, S. Regeneração conservado em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v. 32, n. 1, p. 183-191, 2008.

MARTINS, C. R.; LEITE, L. L.; HARIDASAN, M. Capim-gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.), uma gramínea exótica que compromete a recuperação de áreas degradadas em unidades de conservação. **Revista Árvore**, v. 28, n. 5, p. 739-747, 2004.

MEDEIROS, M. M.; FELFILI, J. M.; LIBANO, A. M. Comparação florístico-estrutural dos estratos de regeneração e adulto em cerrado *sensu stricto* no Brasil Central. **Revista Cerne**, v. 13, n. 3, p. 291-298, 2007.

MEIRA, J. A. A. M.; JUNIOR, A. W. S. Parâmetros fitossociológicos de um cerrado no Parque Nacional da Serra do Cipó, MG. **Revista Árvore**, v. 26, n. 5, p. 645-648, 2002.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **O Bioma Cerrado**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>. Acesso em 20 nov. 2018.

NAPPO, M. E.; FONTES, M. A. L.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Suficiência amostral e análise do tamanho de parcelas para o estudo da regeneração natural do sub-bosque de povoamentos homogêneos de *Mimosa scabrella* Benth., em área minerada, em Poços de Caldas-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 23, n. 4, p. 443-453, 1999.

NERI, A. V.; SOARES, M. P.; MEIRA NETO, J. A. A.; DIAS, L. E. Espécies de Cerrado com potencial para recuperação de áreas degradadas por mineração de ouro, Paracatu-MG. **Revista Árvore**, v. 35, n. 4, p. 907-918, 2011.

NETO, V. L. S.; OLIVEIRA, A. L.; FERREIRA, R. Q. S.; SOUZA, P. B.; VIOLA, M. R. Fitossociologia e distribuição diamétrica de uma área de cerrado sentido restrito, Dueré-TO. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 1, p. 91-106, 2016.

NOGUEIRA, P. E.; FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C.; DELITTI, W.; SEVILHA, A. C. Composição florística e fitossociologia de um Cerrado sentido restrito no município de Canarana - MT. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v. 8, n.1, p. 28-43, 2001.

PIVELLO, V. R.; SHIDA, C. N.; MEIRELLES, S. T. Alien grasses in Brazilian savannas: a threat to the biodiversity. **Biodiversity & Conservation**, v. 8, n. 9, p. 1281-1294, 1999.

PROGRAMA R. **O projeto R para computação estatística**. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>> Acesso em: 21 nov. 2018.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: Ecologia e flora**. Brasília, DF: Embrapa Informação TeCCológica, p. 153-212, 2008.

ROSSI, C. V.; DA SILVA JÚNIOR, M. C.; DOS SANTOS, C. E. N. Fitossociologia do estrato arbóreo do cerrado (*sensu stricto*) no Parque Ecológico Norte, Brasília-DF. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v. 2, 2018.

SAPORETTI JÚNIOR, A.; MAGALHÃES NETO, J. A. A.; ALMADO, R. P. Fitossociologia de Cerrado *sensu stricto* no município de Abaeté - MG. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 413-419, 2003.

SCOLFORO, J. R. S. **Modelagem do crescimento e da produção de florestas plantadas e nativas**. Lavras: UFLA/FAEPE, p. 441, 1998.

SILVA, J. A.; LEITE, E. J.; SILVEIRA, M. S.; NASSIF, A. A.; REZENDE, S. J. M. Caracterização florística, fitossociológica e regeneração conservado do sub-bosque da reserva genética florestal Tamanduá, DF. **Ciência Florestal**, v. 14, n. 1, p. 121-132, 2004.

SILVA, G. O.; SOUZA, P. B. Fitossociologia e estrutura diamétrica de um fragmento de cerrado *sensu stricto*, Gurupi-TO. **Revista Desafios**, v. 3, n.1, p. 22-29, 2016.

SILVÉRIO, D. V.; MEWS, H. A.; LENZA, E.; MARIMON, B. S. Impactos do agrupamento do bambu *Actinocladum verticillatum* (Nees) McClure ex Soderstr. (POACEAE) sobre a vegetação lenhosa de duas fitofisionomias de Cerrado na transição Cerrado-Floresta Amazônica. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 2, p. 347-356, 2010.

SUGUITURU, S. S.; SOUZA, D. R. D.; MUNHAE, C. D. B.; PACHECO, R.; MORINI, M. S. D. C. Ant species richness and diversity (Hymenoptera: Formicidae) in Atlantic Forest remnants in the Upper Tietê River Basin. **Biota Neotropica**, v. 13, n. 2, p. 141-152, 2013.

VENTUROLI, F.; VENTUROLI, S. Recuperação florestal em uma área degradada pela exploração de areia no Distrito Federal. **Ateliê Geográfico**, v. 5, n. 1, p. 183-195, 2011.

CAPÍTULO II

FORMICÍDEOS COMO BIOINDICADORES DE CONSERVAÇÃO E DEGRADAÇÃO NO BIOMA CERRADO

Resumo - O objetivo deste trabalho foi investigar o potencial da utilização de formicídeos como bioindicadores de conservação e degradação no bioma Cerrado, bem como sua relação com variáveis ambientais. Para isso, dois ambientes foram analisados: Cerrado sentido restrito conservado e degradado. Foram amostradas 13 parcelas de 20 x 50 m na área de Cerrado conservado e 10 no degradado. Em cada parcela, foram instalados cinco pontos de amostragens com armadilhas do tipo *pitfall* para coleta de formicídeos e de variáveis ambientais (abertura de dossel, serapilheira, vegetação e características edáficas). Para determinar as espécies bioindicadoras, utilizou-se o Valor Indicador Individual (IndVal) e para avaliar a sua relação com as variáveis ambientais, efetuou-se Análise de Correspondência Canônica (CCA). Observou-se que a comunidade de formicídeos foram influenciados pelo estado do ambiente. As espécies *Solenopsis geminata* e *Linepithema* foram apontadas como bioindicadoras de Cerrado conservado e apresentaram relação com as variáveis matéria orgânica, serapilheira, argila, diversidade do estrato lenhoso e da regeneração. *Ectatomma brunneum* foi selecionada como bioindicadora do Cerrado degradado e apresentou relação com as variáveis areia, pH, abertura de dossel e CTC. O Cerrado conservado apresentou maior composição, riqueza de espécies de formigas e grupos funcionais que o Cerrado degradado. Conclui-se que as espécies *Solenopsis geminata* e *Linepithema* sp 1. podem ser utilizadas como bioindicadoras de Cerrado conservado e *Ectatomma brunneum* como bioindicadora do Cerrado degradado, ambas possuem relação com variáveis ambientais que refletem o estado do ambiente, o que potencializa a utilização de formicídeos como ferramenta no monitoramento ambiental.

Palavras-chave: Formigas; grupos funcionais; monitoramento ambiental.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de organismos vivos como bioindicadores vem ganhando evidência nas ações de Recuperação de Áreas Degradadas, com o intuito de detectar e monitorar os padrões de mudança na biodiversidade, uma vez que, diversos grupos de insetos podem ser utilizados para inferir sobre o estado de conservação ou degradação dos ambientes (VEIGA et al., 2016). Dentre os organismos vivos os formicídeos ganham destaque, pois possuem alto potencial como organismos bioindicadores e são considerados ferramentas capazes de monitorar a conservação ou degradação dos ecossistemas florestais em diferentes tipos de impactos, tais como: fragmentação do habitat, fogo e exploração florestal (ANGOTTI et al., 2018).

Entre os atributos que tornam os formicídeos ideais para serem utilizados estão: alta diversidade, abundância, ocorrência durante todo o ano, sensibilidade as mudanças ambientais, táxons especializados, fácil amostragem, nível avançado de conhecimento científico e desempenho de atividades fundamentais nos ecossistemas (OLIVEIRA et al., 2016; GOLIAS et al., 2018; SILVA et al., 2018).

Há registro na literatura da utilização das formigas para avaliar os efeitos dos impactos de atividades humanas nos ecossistemas em todo o mundo (HOFFMANN, 2010; SCHMIDT et al., 2013; RABELLO et al., 2015; ANJOS et al., 2017). No Brasil, os estudos que avaliaram as formigas como bioindicadoras foi realizada principalmente na década de 90 (MAJER, 1992; MAJER, 1996), todavia, até então, a técnica tem sido pouco explorada (ROCHA et al., 2015, CANTARELLI et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2016; SILVA et al., 2018). A carência de trabalhos científicos voltados a essa temática ainda se torna mais acentuada quando se trata de áreas específicas, como por exemplo, o bioma Cerrado.

O Cerrado é um dos biomas mais ameaçados do Brasil e do mundo (MMA, 2018) e ao observar a série histórica da ocupação e uso da terra desse ecossistema, é notória a existência de áreas que apresentam evidências de degradação ambiental ou que estão em processo de recuperação. Porém, ainda existe deficiência para mensurar e diagnosticar se realmente essas áreas foram recuperadas ou ainda se encontram degradadas, uma vez que os parâmetros para esta avaliação são, muitas vezes, subjetivos.

Em 2018 foi publicada a nota técnica 01/2018 pelo órgão ambiental do Distrito Federal, o IBRAM, que define parâmetros de referência para a recomposição florestal, o que é um grande avanço (IBRAM, 2018). Por outro lado, esses parâmetros refletem apenas em características da vegetação, quando na verdade a restituição de um

ecossistema envolve fauna-flora (BARBOSA, 2000). Diante disso, a utilização de bioindicadores é uma ferramenta de grande potencial de uso na avaliação do estado de conservação, degradação e conseqüentemente do estado de desenvolvimento e equilíbrio de áreas em processo de recuperação ou consideradas recuperadas.

Neste sentido, o presente estudo teve por objetivo investigar a potencial utilização de formicídeos como bioindicadores de conservação e degradação no bioma Cerrado, bem como, a relação dessas espécies com recursos e condições ambientais. Através das perguntas: 1) A composição, diversidade de formicídeos e grupos funcionais são influenciados pelo estado de conservação ou degradação da área? 2) Os formicídeos são eficientes na bioindicação de áreas de Cerrado? 3) As espécies bioindicadoras possuem relação com variáveis ambientais que refletem o estado da área?

2. MATERIAIS E METÓDOS

2.1. COLETA DE DADOS

Amostragem da Vegetação

Foram amostradas 13 parcelas de 20 x 50m (1000m²) na área de Cerrado sentido restrito conservado e 10 parcelas na área de Cerrado degradado. Melhor descrição dos procedimentos de amostragem da vegetação ver capítulo 1.

Formicídeos

Para captura e caracterização dos formicídeos foram instalados 5 pontos de amostragens nos vértices e no centro de cada parcela. Utilizou-se a armadilha do tipo *pitfall* que é a mais utilizada e eficiente na captura de formigas em inventários faunísticos (ROMERO; JAFFÉ, 1989). A armadilha consiste de um recipiente plástico com capacidade de 300 mL enterrado ao nível do solo, contendo álcool a 50% e gotas de detergente (150 mL), com o objetivo de conservar os formicídeos coletados, para posterior triagem e identificação.

As coletas de formicídeos foram realizadas em duas épocas, sendo a primeira em Dezembro/2017 e a segunda em Julho/2018. As armadilhas permaneceram por 48 horas em campo e após cada coleta, o conteúdo das armadilhas foi acondicionado em tubos do tipo *Eppendorf* contendo álcool 70%, e posteriormente as formigas foram montadas e devidamente etiquetadas.

Os formicídeos foram separadas em morfoespécies e identificadas quando possível a nível de espécie com auxílio de chaves de identificação propostas por Fernández (2003), AntWeb (BOLTON, 2018), AntCat (BOLTON, 2018) e o Guia para os gêneros de formigas do Brasil de Baccaro et al. (2015). Todas as espécies foram confirmadas através da consulta à coleção de referência do Museu Emílio Goeldi em Belém, PA. A coleção desse estudo encontra-se depositada na coleção do referido Museu, onde foram registrados sob o código #MPEG.HHY 03034546 a 03034616.

Solos

Em cada parcela foi coletada uma amostra composta formada por cinco amostras simples, obtidas nos vértices e no centro de cada parcela de 20 x 50m conforme utilizado por Torres et al. (2017). As amostras foram obtidas nas profundidades de 0 a 40 cm, com trado do tipo Holandez, de 2" em aço inox. As amostras foram encaminhadas ao

laboratório, para análises físico-químicas, seguindo o protocolo descrito pela Embrapa (2011).

A umidade do solo foi determinada por meio do método gravimétrico e foi estimado por meio de uma amostra composta, formada por cinco amostras simples, coletada nos vértices e no centro de cada parcela, nas profundidades de 0 a 40 cm de cada área de estudo conforme a metodologia de Gardner, (1986). Assim, as amostras tiveram suas massas úmidas pesadas em campo no momento da coleta e posteriormente foram conduzidas ao laboratório, onde foram secas em estufa de circulação forçada, em temperatura de 105 °C, durante 24 horas, obtendo-se a massa seca.

Desse modo, os teores de umidade foram determinados utilizando a seguinte equação:

$$U = \frac{\mu - ms}{ms} * 100 \quad (1)$$

U = umidade gravimétrica, em %;

mu = massa úmida, em g;

ms = massa seca, em g.

Serapilheira

Para amostragem da serapilheira foi empregado um gabarito em forma circular com 0,65m de diâmetro, em que foi recolhido diretamente no solo todo material vegetal em seu interior (AQUINO et al., 2016). Realizou-se duas coletas nos vértices e uma no centro das parcelas. O material foi conduzido à secagem em estufa com circulação de ar, a 70°C, durante 72 horas e pesado em balança analítica.

Abertura de dossel

A abertura do dossel foi obtida através de imagens fotográficas, em que se utilizou câmera com lente olho-de-peixe acoplada (Nikon modelo coolpix 995). A captura das imagens foi realizada com a câmera posicionada ao nível do solo, em cada vértice e no centro de cada parcela, totalizando cinco fotografias.

2.2. ANÁLISE DE DADOS

Formicidae

A partir do registro das espécies de formigas nas áreas foram elaboradas curvas de acumulação de espécies (curvas do coletor) e avaliou a suficiência amostral. Para isso,

empregou-se a regressão linear com resposta em platô para determinação do ponto de inflexão das curvas espécie-área gerada entre o número de parcelas e de espécies, conforme descrito por Nappo et al., (1999).

A caracterização da comunidade de formigas foi realizada através dos índices faunísticos de frequência (porcentagem de indivíduos de uma espécie em relação ao total de indivíduos), abundância (número de indivíduos por unidade de área), dominância (ação exercida pelas espécies que recebem o impacto do meio ambiente e o transforma, podendo com isso causar o aparecimento ou desaparecimento de outras espécies), diversidade e equabilidade, calculados através do programa Anafau (MORAES et al., 2003).

Foi realizada a classificação dos formicídeos em grupo funcionais, utilizado a classificação adaptada proposta por Frizzo et al. (2012) e Brandão et al. (2012). Os grupos foram:

- I. Arborícola - Espécies que nidificam obrigatoriamente em árvores e arbustos;
- II. Attini - Tribo da subfamília Myrmicinae, cuja as espécies cultivam fungo em matéria vegetal recolhida pelas operárias. Algumas destas são consideradas pragas agrícolas como as formigas do gênero *Atta* e *Acromyrmex*;
- III. Camponotini - Tribo da subfamília Formicinae, representada aqui por um único gênero, *Camponotus* que apresenta espécies capazes de nidificar no solo e/ou na vegetação arbórea e possui comportamento oportunista, sendo facilmente encontradas em interações mutualísticas com afídeos. Porém, diferente do grupo funcional oportunista (com espécies de pequeno porte), as espécies apresentam tamanho corporal de médio a grande;
- IV. Correição - Grupo de espécies nômades, que forrageiam em grandes colunas (muitos indivíduos, um ao lado do outro) e são extremamente vorazes, sendo encontrado na literatura registros de predação de até pequenos roedores;
- V. Especialista - Grupo de espécies que apresentam características morfológicas ou ecológicas muito específicas e frequência de registro normalmente baixa, sendo a maioria de predadores especialistas de determinado táxon;
- VI. Generalista - Grupo que contempla espécies onívoras e com grande plasticidade ecológica, a maioria das espécies nidificam no solo (ex: *Pheidole* spp.), porém, algumas também conseguem nidificar na serapilheira, galhos caídos, árvores e arbustos. Além disso, apresentam o comportamento de recrutar outros indivíduos da colônia quando encontram alimento;
- VII. Generalista dominante - Grupo composto por três espécies onívoras quais que possuem a característica, devido ao grande recrutamento de indivíduos, de monopolizar o recurso encontrado frente aos demais competidores;

- VIII. Oportunista - Grupo capaz de forragear nos períodos mais quentes do dia, e que geralmente não monopolizam a fonte de alimento diante de competidores, apresentando comportamento conhecido como *insinuators*;
- IX. Predador grande - Espécies de grande porte, sendo algumas predadoras especialistas.

A análise de similaridade (ANOSIM) (CLARKE; WARWICK, 1994), foi realizada a fim de verificar a existência da diferença significativa na composição de espécies de formigas entre as áreas estudadas. Os dados de composição foram ordenados em um Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) (KRUSKAL, 1964). A medida de dissimilaridade utilizada nessa análise foi o Índice de Bray-Curtis conforme Legendre e Legendre (1998). As análises NMDS e ANOSIM foram processadas no programa R 3.4.0, utilizando os pacotes Vegan e MASS (R Development Core Team, 2018).

Por fim, foi utilizado o Valor individual de indicação (IndVal), calculado como proposto por Dufrene e Legendre (1997), que demonstra quais espécies estão associadas e são indicativas de cada área estudada (Cerrado conservado e Cerrado degradado) com um valor de significância.

$$\text{IndVal} = E_{ij} \times F_{ij} \times 100 \quad (2)$$

Em que: E_{ij} = A especificidade consiste na média do número de indivíduos de determinada espécie nos sítios do hábitat dividido pela soma do número médio de indivíduos da espécie em todos os tipos de hábitat. F_{ij} = A fidelidade consiste no número de sítios em determinado habitat que determinada espécie ocorre dividido pelo número total de sítios em determinado hábitat.

O IndVal classifica espécies indicadoras de qualquer classe ecológica, pois, combina o grau de especificidade de uma determinada espécie para um status ecológico, por exemplo, tipo de habitat e sua fidelidade dentro do status, medida através da sua porcentagem de ocorrência (MCGEOCH et al., 2002). Esta análise emite um valor de 0 a 100%, onde as espécies com mais de 70% (espécies características) são consideradas indicadoras para determinado ambiente, e aquelas que apresentaram valores entre 45 e 70% (espécies detectoras) ou seja, que apresentam respostas a mudanças ambientais (MCGEOCH, 1998; MCGEOCH et al., 2002). Para esta análise foi utilizada a função IndVal do pacote labdsv no programa R 3.4.0 (R Development Core Team, 2018).

Vegetação

O índice de Shannon foi escolhido

Os valores de diversidade de Shannon foram processados pelo software Mata Nativa 2 (CIENITEC, 2004). Através da fórmula (SHANNON; WEAVER, 1949):

$$H' = \frac{[N \cdot \ln(N) - \sum ni \ln(ni)]}{N} \quad (3)$$

N = número total de indivíduos amostrados;

n i = número de indivíduos amostrados da i-ésima espécie;

S = número de espécies amostradas;

ln = logaritmo de base neperiana (e).

Quanto maior o valor de H', maior será a diversidade florística da população em estudo.

Abertura de dossel

As fotografias hemisféricas foram processadas através do software Gap Light Analyser 2.0 (GLA), que fornece a porcentagem de abertura do dossel de cada imagem de forma semiautomática (FRAZER et al., 1999). De forma geral, foi utilizado o limite padrão aplicado pelo próprio programa, com exceção de algumas fotos, em que esse limite foi ajustado com base na exposição do sol, e, posteriormente, foi gerada imagem binária para cada foto e a partir disso as porcentagens de abertura de dossel. Em cada parcela a abertura de dossel foi calculada através da média das porcentagens obtidas em cada uma das cinco fotografias pertencentes à mesma.

Correlação espécies bioindicadoras e variáveis ambientais

Para avaliar relação entre as espécies de formigas bioindicadoras com os recursos e as condições ambientais (dados de vegetação, serapilheira, abertura de dossel e parâmetros do solo), foi utilizada a análise de correspondência canônica (CCA) (TER BRAAK, 1987), associada ao teste da ANOVA, para verificar a significância dessa análise. Para isso, utilizou-se o software R 3.4.0 (R Development Core Team, 2018). Os dados foram organizados em duas matrizes, uma com as espécies de formigas e outra com as variáveis ambientais. A primeira, com abundância das espécies, foi constituída pelas espécies consideradas bioindicadoras pelo IndVall, totalizando três espécies.

Adicionalmente os valores de abundância (a) foram transformados pela expressão $\log(a + 1)$, com objetivo de compensar os desvios causados por alguns poucos valores muito elevados (TER BRAAK, 1995). As variáveis ambientais foram

normalizadas e aquelas que apresentaram fraca correlação com os dois primeiros eixos de ordenação (coeficientes de correlação $< 0,3$), foram eliminadas da matriz (FELFILI et al., 2007).

A matriz ambiental incluiu primeiramente 21 variáveis, assim, após a realização de uma CCA preliminar, foram eliminadas 12 variáveis ambientais que apresentaram baixa correlação ou que foram altamente redundantes com outras variáveis. A CCA final foi processada com 9 variáveis mais representativas e fortemente correlacionadas com os eixos de ordenação: CTC, argila, areia, pH, matéria orgânica, serapilheira, abertura de dossel, diversidade do estrato lenhoso e da regeneração.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Suficiência amostral – O ponto de máxima inflexão da curva, gerada entre o número de espécie e o número de parcelas no Cerrado conservado, foi alcançado na 11 parcela amostrada, que correspondem a 1,1 ha de área amostrada, sendo o número mínimo necessário para expressar satisfatoriamente a riqueza de formicídeos. Portanto, a amostragem utilizada foi satisfatória (Figura 8A).

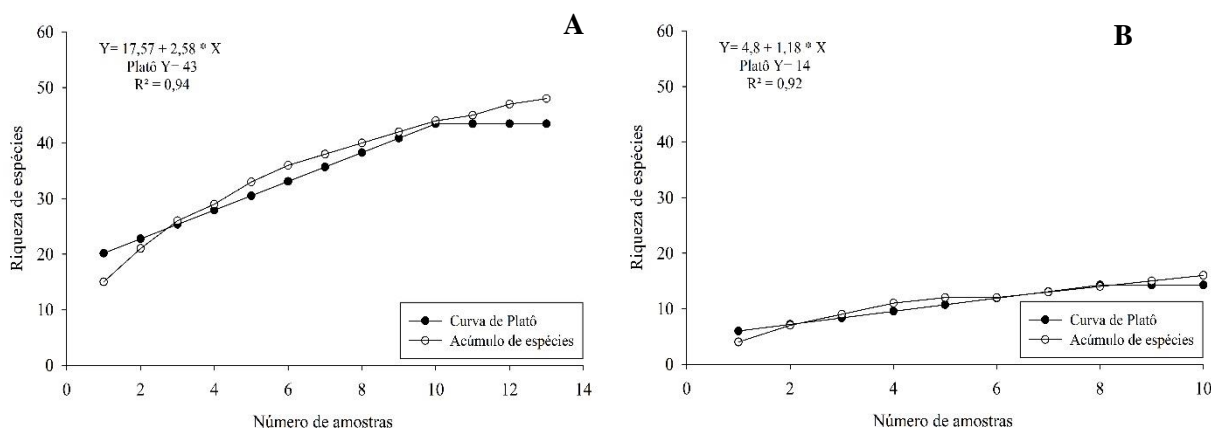


Figura 8. Riqueza de espécies de formicídeos estimada e observada amostradas em Cerrado sentido restrito, Brasília-DF, em função do esforço amostral: A) Cerrado conservado; B) Cerrado degradado, Brasília-DF, 2018.

A curva de resposta em platô no Cerrado degradado mostrou que a suficiência amostral foi atingida, uma vez que, a partir da 0,8 ha curva se estabiliza, formando um platô (Figura 8B).

Caracterização da comunidade - O total de formicídeos capturados nas foi de 2.798 indivíduos, a área de Cerrado conservado apresentou maior quantidade de indivíduos (2.491) com 48 espécies distribuídas em 22 gêneros e sete subfamílias, enquanto o Cerrado degradado apresentou (307), com 16 espécies distribuídas em sete gêneros e cinco subfamílias. Assim, o Cerrado degradado apresentou número de espécies 66% menor que o Cerrado conservado, isso demonstra a importância da vegetação como reservatório da fauna de formigas e invertebrados (LUTINSKI et al., 2008) (Apêndice 7).

O maior número de espécies encontradas no Cerrado conservado, provavelmente está associado a heterogeneidade ambiental e complexidade de recursos disponível aos formicídeos. Assim, o ambiente preservado possui capacidade de promover nichos variados e adequados para maior número de espécies (UCHIDA; USHIMARU, 2014; CORASSA et al., 2015; HAUSBERGER; KORB, 2016).

As subfamílias que se destacaram no Cerrado conservado foram: Myrmicinae com o maior número de gêneros (nove); Ponerinae (quatro); Formicinae (três); Dolichoderinae (três); Ectatomminae (dois); Dorylinae (um) e Pseudomyrmecinae (um). No Cerrado degradado, a Myrmicinae também se destacou (três), seguida por Formicinae, Dolichoderinae Ectatomminae e Pseudomyrmecinae com apenas um gênero cada.

Essas subfamílias, são predominantes também em outros biomas, como Mata Atlântica (CANTARELLI et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2016), Amazônia (BOSCARDIN et al., 2014) e Caatinga (FREIRE et al., 2012). Tratam-se das maiores e mais diversificadas subfamílias em nível mundial (SCHMIDT; SHATTUCK, 2014; WARD et al., 2015; WARD et al., 2016), o que explica a sua dominância nos ecossistemas brasileiros (FREIRE et al., 2012) e nas áreas de Cerrado conservado e Cerrado degradado avaliadas.

Os gêneros *Pheidole* (9), *Camponotus* (8) e *Solenopsis* (6) foram os mais ricos em espécies nas duas áreas. Esses gêneros são os mais ricos em número de espécies e hábitos, possuindo ampla distribuição e abundância local, por isso são considerados os mais frequentes em escala global, especialmente no solo (WILSON, 1976; BOLTON, 2018).

Os gêneros com menor representatividade na área de Cerrado conservado foram *Azteca*, *Labidus*, *Gnamptogenys*, *Brachymyrmex*, *Nylanderia*, *Atta*, *Crematogaster*, *Mycetophylax*, *Mycocepurus*, *Trachymyrmex*, *Wasmannia*, *Anochetus*, *Dinoponera*, *Neoponera* e *Pachycondyla* com apenas uma espécie cada. Em Cerrado degradado os gêneros com menor riqueza de espécies foram *Ectatomma*, *Crematogaster* e *Pseudomyrmex*, ambas com uma espécie.

Quando comparadas com trabalhos realizados em outras áreas de Cerrado conservado e Cerrado degradado, podemos observar os mesmos gêneros de ocorrência desse trabalho (BRANDÃO et al., 2011; CORASSA et al., 2015; RAMOS et al., 2015; ROCHA et al., 2015; VEIGA et al., 2016; ALVES e GABRIEL, 2016).

As espécies *Camponotus rufipes*, *Camponotus* sp.1, *Crematogaster quadriformis*, *Ectatomma brunneum*, *Ectatomma edentatum*, *Pheidole oxyops*, *Pheidole radoszkowskii* e *Solenopsis* sp.2 foram as únicas espécies do Cerrado conservado, que na análise faunística ocorreram como dominantes, muito abundantes e muito frequentes (Tabela 2). No Cerrado degradado foram, *Dorymyrmex* sp.1, *Pheidole oxyops* e *Solenopsis geminata* (Tabela 3). De forma geral pode-se dizer que essas espécies já se encontram estabelecidas nesses ambientes (CLEMENTE, 1995).

Tabela 2. Índices faunísticos de dominância, abundância e frequência para as espécies de formigas coletadas em área de Cerrado sentido restrito conservado amostrados em Brasília-DF.

Espécie	Dominância	Abundância	Frequência
<i>Anochetus</i> sp.1	nd	R	pf
<i>Atta</i> sp.1	d	R	pf
<i>Azteca pr. Instabilis</i>	d	C	f
<i>Brachymyrmex</i> sp.1	nd	R	pf
<i>Camponotus arboreus</i>	nd	R	pf
<i>Camponotus balzani</i>	d	C	f
<i>Camponotus pr. trapezoideus</i>	d	C	f
<i>Camponotus rufipes</i>	d	ma	mf
<i>Camponotus</i> sp.1	d	ma	mf
<i>Camponotus</i> sp.2	nd	R	pf
<i>Camponotus</i> sp.3	d	A	mf
<i>Camponotus</i> sp.4	nd	R	pf
<i>Cephalotes atratus</i>	nd	R	pf
<i>Cephalotes maculatus</i>	nd	R	pf
<i>Cephalotes pusillus</i>	d	A	mf
<i>Crematogaster quadriformis</i>	d	ma	mf
<i>Dinoponera australis</i>	nd	R	pf
<i>Dorymyrmex</i> sp.1	d	R	pf
<i>Dorymyrmex</i> sp.2	nd	R	pf
<i>Dorymyrmex</i> sp.3	d	R	pf
<i>Ectatomma brunneum</i>	d	ma	mf
<i>Ectatomma edentatum</i>	d	ma	mf
<i>Ectatomma planidens</i>	nd	R	pf
<i>Gnamptogenys cuminata</i>	nd	R	pf
<i>Labidus</i> sp.1	nd	R	pf
<i>Linepithema</i> sp.1	d	C	f
<i>Linepithema</i> sp.2	nd	R	pf
<i>Mycetophylax lectus</i>	nd	R	pf
<i>Myocepurus goeldii</i>	nd	R	pf
<i>Neoponera apicalis</i>	d	C	f
<i>Nylanderia</i>	d	C	f
<i>Pachycondyla striata</i>	nd	R	pf
<i>Pheidole camptostela</i>	nd	R	pf
<i>Pheidole gertrudae</i>	sd	as	sf
<i>Pheidole oxyops</i>	d	ma	mf
<i>Pheidole radoszkowskii</i>	d	ma	mf
<i>Pheidole</i> sp.1	d	C	f
<i>Pheidole</i> sp.2	d	C	f
<i>Pheidole</i> sp.3	d	R	pf
<i>Pseudomyrmex</i> sp.1	nd	R	pf
<i>Solenopsis geminata</i>	d	C	f
<i>Solenopsis gr. geminata</i>	nd	R	pf
<i>Solenopsis</i> sp.1	nd	R	pf
<i>Solenopsis</i> sp.2	d	ma	mf
<i>Solenopsis</i> sp.3	nd	R	pf
<i>Solenopsis</i> sp.4	nd	R	pf
<i>Trachymyrmex</i> sp.1	nd	R	pf
<i>Wasmannia auropunctata</i>	nd	R	pf

Legenda: d: dominante; nd: não dominante; ma: muito abundante; a: abundante; sd: super dominante; c: comum; d: dispersa; r: rara; mf: muito frequente; f: frequente; pf: pouco frequente.

Tabela 3. Índices faunísticos de dominância, abundância e frequência para as espécies de formigas coletadas em área de Cerrado sentido restrito degradado amostradas em Brasília-DF.

Espécie	Dominância	Abundância	Frequência
<i>Camponotus arboreus</i>	nd	r	pf
<i>Camponotus balzani</i>	d	c	f
<i>Camponotus pr. trapezoideus</i>	d	c	f
<i>Camponotus rufipes</i>	nd	r	pf
<i>Crematogaster quadriformis</i>	nd	r	pf
<i>Dorymyrmex sp.1</i>	d	ma	mf
<i>Dorymyrmex sp.2</i>	d	c	f
<i>Ectatomma brunneum</i>	d	c	f
<i>Pheidole oxyops</i>	d	ma	mf
<i>Pheidole radoszkowskii</i>	d	c	f
<i>Pheidole sp.1</i>	nd	r	pf
<i>Pheidole sp.2</i>	d	d	pf
<i>Pheidole sp.3</i>	d	d	pf
<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	nd	r	pf
<i>Solenopsis geminata</i>	d	ma	mf
<i>Solenopsis gr. geminata</i>	d	c	f

Legenda: d: dominante; nd: não dominante; ma: muito abundante; a: abundante; c: comum; d: dispersa; r: rara; mf: muito frequente; f: frequente; pf: pouco frequente.

No Cerrado conservado a espécie *Pheidole gertrudae* foi registrada com 1.512 indivíduos considerada superdominante. Ao passo que na área degradada não houve nenhum registro dessa espécie. A alta densidade de ocorrência dessa espécie no Cerrado conservado ocorre pela quantidade de recursos que o mesmo oferece, e ao monopolizar o recurso essa espécie realiza o recrutamento de outros indivíduos, o que explica sua alta densidade de ocorrência (FOREL, 1886).

As espécies raras são aquelas que ocorreram apenas uma vez em determinada área. No Cerrado conservado estas foram *Anochetus sp.1*, *Brachymyrmex sp.1*, *Camponotus arboreus*, *Camponotus sp.2*, *Camponotus sp.4*, *Cephalotes atratus*, *Cephalotes maculatus*, *Dinoponera australis*, *Dorymyrmex sp.3*, *Ectatomma planidens*, *Gnamptogenys cuminata*, *Labidus sp.1*, *Linepithema sp.2*, *Mycetophylax lectus*, *Mycocepurus goeldii*, *Pachycondyla striata*, *Pheidole camptostela*, *Pseudomyrmex sp.1*, *Solenopsis gr. geminata*, *Solenopsis sp.1*, *Solenopsis sp.4*, *Solenopsis sp.4*, *Trachymyrmex sp.1*, *Wasmannia auropunctata* e *Pheidole gertrudae*. Já no degradado foram *Camponotus arboreus*, *Camponotus rufipes*, *Crematogaster quadriformis*, *Pheidole sp.1* e *Pseudomyrmex termitarius*.

As espécies do gênero *Crematogaster*, *Cephalotes* e *Gnamptogenys* apareceram somente no Cerrado conservado. Ambas possuem hábitos arborícolas e sua expressa a

diversidade da vegetação e qualidade de habitat, conforme descrito por Oliveira et al. (2016) e Pacheco et al. (2013).

As espécies com maior frequência de ocorrência no Cerrado conservado foram *Camponotus rufipes* (6,07%), *Pheidole oxyops* (6,07%), *Ectatomma brunneum* (5,52%), *Camponotus balzani* (4,97%), *Camponotus* sp.1 (4,97%), *Ectatomma edentatum* (4,97%), *Neoponera apicalis* (4,97%) e *Pheidole radoszkowskii* (4,97%). Já na área degradada, foram *Solenopsis geminata* (16,21%), *Dorymyrmex* sp.1 (13,51%), *Camponotus balzani* (8,10%), *Camponotus pr. trapezoideus* (8,10%), *Pheidole oxyops* (8,10%) e *Pheidole radoszkowskii* (8,10%).

As espécies com maior densidade no Cerrado conservado foram *Pheidole gertrudae* (60,64%), *Pheidole oxyops* (6,77%), *Ectatomma brunneum* (4,53%), *Pheidole radoszkowskii* (3,08%), *Camponotus* sp.1 (2,72%), *Camponotus rufipes* (2,48%), *Crematogaster quadriformis* (2,24%) e *Ectatomma edentatum* (2,20%). Na área degradada, foram *Dorymyrmex* sp.1 (25,97%), *Solenopsis geminata* (18,18%), *Pheidole oxyops* (12,01%), *Dorymyrmex* sp.2 (8,11%), *Camponotus balzani* (7,46%), *Pheidole radoszkowskii* (5,51%), *Camponotus pr. trapezoideus* (4,22%) e *Ectatomma brunneum* (3,57%).

O total de 12 espécies, sendo elas *Dorymyrmex* sp.1, *Ectatomma brunneum*, *Camponotus arboreus*, *Camponotus balzani*, *Camponotus rufipes*, *Camponotus pr. trapezoideus*, *Crematogaster quadriformis*, *Pheidole oxyops*, *Pheidole radoszkowskii*, *Pheidole* sp.3, *Solenopsis gr. geminata* e *Solenopsis geminata*, foram comuns nos dois locais de estudo. Logo, pode se constatar que possuem adaptabilidade para sobreviver tanto em áreas conservadas quanto em áreas degradadas.

Os resultados dessa pesquisa são promissores, tendo em vista 44 espécies de formigas foram adicionadas à mirmecofauna do Distrito Federal e uma espécie pertencente ao gênero *Camponotus* nunca fora descrita em nenhum registro literário. Esses novos registros científicos permitem a ampliação do conhecimento acerca da distribuição geográfica e funcional desses indivíduos, além de assumir posição de extrema relevância na comunidade científica, uma vez que, pode se tornar subsídio literário para a execução de novos trabalhos acadêmicos em diversas áreas de estudos.

Diversidade - Comparando a diversidade rarefeita de formigas, entre as suas áreas, observou-se que houve redução na riqueza de espécies (66,66%) e na abundância (87,67%) em relação a área degradada (Figura 9).

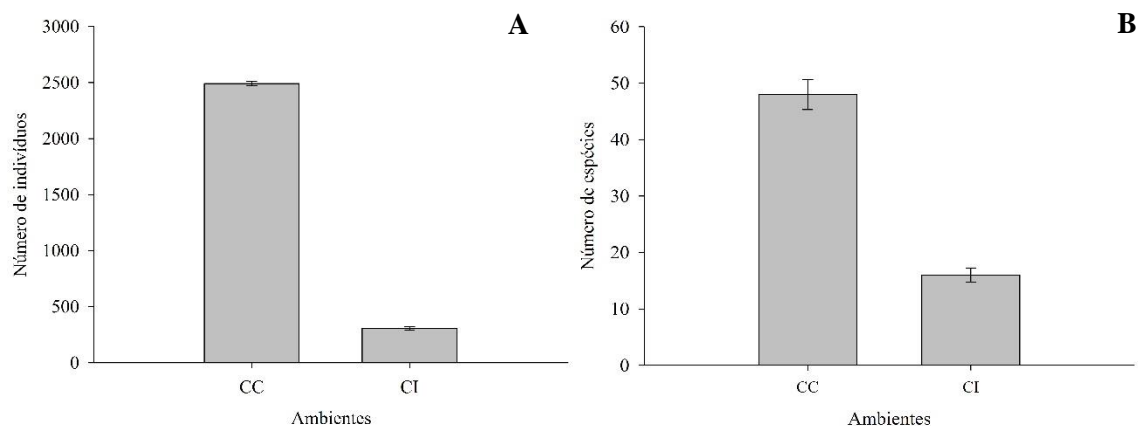


Figura 9. Comparação de: A) Abundância; B) Riqueza de espécies de formicídeos em relação ao Cerrado conservado (CC) e Cerrado degradado (CD) amostrados em Brasília-DF.

O índice de Shannon apontou maior diversidade de espécies no Cerrado conservado que no Cerrado degradado (CC= 2,98 e CD=2,27). Isso demonstra que ambas áreas possuem grande biodiversidade. Resultado superior de diversidade em Cerrado conservado foi obtido nesse estudo, uma vez que, Oliveira et al. (2014), relataram o índice de Shannon entre 1,44 a 2,06, e em áreas degradadas pela mineração o valor foi de 1,15.

Quanto a equabilidade (CC= 0,77 e CD=0,82), a área degradada apresentou maior uniformidade de distribuição dos indivíduos entre as espécies, que o Cerrado conservado. Resultados inferiores foram relatados por Oliveira et al. (2014) em Cerrado conservado (0,47) e para área degradada (0,51). A menor equabilidade no Cerrado conservado pode ser justificada pela distribuição populacional heterogênea das espécies nesse ambiente, em que tem-se espécies com poucos indivíduos coletados. Assim, a maior quantidade de formigas específicas em relação às necessidades de recursos ecológicos ou a estrutura da vegetação aumenta competições intra e interespecíficas e consequentemente reduz a equabilidade (OLIVEIRA, 2009).

Grupos funcionais - As espécies foram classificadas em nove grupos funcionais: (1) Arborícola, (2) Attini, (3) Camponotini, (4) Correição, (5) Especialista, (6) Generalista, (7) Generalista dominante, (8) Oportunista e (9) Predador grande (Tabela 4).

Tabela 4. Definição dos grupos funcionais e lista das respectivas espécies de formigas capturadas em área de Cerrado conservado e Cerrado degradado amostrados em Brasília-DF. Baseado no trabalho de Frizzo et al. (2012) e Brandão et al. (2012).

Grupo funcional / Descrição	Espécies
<p>Arborícola Espécies que nidificam obrigatoriamente em árvores e arbustos.</p>	<p><i>Azteca pr. Instabilis</i>, <i>Cephalotes maculatus</i>, <i>Cephalotes pusillus</i>, <i>Cephalotes atratus</i> e <i>Crematogaster quadriformis</i> e <i>Mycetophylax lectus</i>.</p>
<p>Attini Tribo da subfamília Myrmicinae, cuja as espécies cultivam fungo em matéria vegetal recolhida pelas operárias.</p>	<p><i>Atta</i> sp.1., <i>Mycocepurus goeldii</i> e <i>Trachymyrmex</i> sp.1</p>
<p>Camponotini Tribo da subfamília Formicinae, representada aqui pelo gênero, <i>Camponotus</i>. As espécies apresentam um tamanho corporal de médio a grande e nidificam no solo e/ou na vegetação arbórea. Apresentam comportamento oportunista, sendo facilmente encontradas em interações mutualísticas com afídeos.</p>	<p><i>Camponotus arboreus</i>, <i>Camponotus balzani</i>, <i>Camponotus pr. trapezoideus</i>, <i>Camponotus rufipes</i>, <i>Camponotus</i> sp.1, <i>Camponotus</i> sp.2, <i>Camponotus</i> sp.3 e <i>Camponotus</i> sp.4.</p>
<p>Correição Grupo de espécies nômades, que forrageiam em grandes colunas e são extremamente vorazes.</p>	<p><i>Labidus</i> sp.1.</p>
<p>Especialista Grupo de espécies com características morfológicas ou ecológicas muito específicas. Em geral, sua frequência de registro é baixa, sendo a maioria de predadores especialistas de um determinado táxon.</p>	<p><i>Gnamptogenys cuminata</i>, <i>Pseudomyrmex</i> sp.1 e <i>Pseudomyrmex Termitarius</i></p>
<p>Generalista Grupo que contempla espécies onívoras e com grande plasticidade ecológica. A maioria das espécies nidificam no solo (ex: <i>Pheidole</i> spp.), porém algumas também conseguem nidificar na serapilheira, em galhos caídos e em árvores e arbustos. Apresentam o comportamento de recrutar outros indivíduos da colônia quando encontram alimento.</p>	<p><i>Brachymyrmex</i> sp.1, <i>Nylanderia</i> sp.1, <i>Pheidole camptostela</i>, <i>Pheidole oxyops</i>, <i>Pheidole radoszkowskii</i>, <i>Pheidole</i> sp.1, <i>Pheidole</i> sp.2, <i>Pheidole</i> sp.3, <i>Pheidole</i> sp.4, <i>Pheidole</i> sp.5, <i>Solenopsis geminata</i>, <i>Solenopsis gr. geminata</i>, <i>Solenopsis</i> sp.1, <i>Solenopsis</i> sp.2, <i>Solenopsis</i> sp.3, <i>Solenopsis</i> sp.4 e <i>Wasmannia auropunctata</i>.</p>
<p>Generalista dominante Espécie onívora com grande recrutamento de indivíduos, monopolizam o recurso encontrado frente aos demais competidores.</p>	<p><i>Pheidole gertrudae</i></p>
<p>Oportunista Grupo capaz de forragear nos períodos mais quentes do dia, e que geralmente não monopolizam a fonte de alimento diante de competidores, apresentando um comportamento conhecido como <i>insinuators</i>.</p>	<p><i>Dorymyrmex</i> sp.1, <i>Dorymyrmex</i> sp.2, <i>Dorymyrmex</i> sp.3, <i>Dorymyrmex</i> sp.4, <i>Linepithema</i> sp.1 e <i>Linepithema</i> sp.2</p>
<p>Predador grande Espécies de grande porte, sendo algumas predadoras especialistas.</p>	<p><i>Anochetus</i> sp.1, <i>Dinoponera australis</i>, <i>Ectatomma brunneum</i>, <i>Ectatomma edentatum</i>, <i>Ectatomma planidens</i>, <i>Neoponera apicalis</i> e <i>Pachycondyla striata</i></p>

Os nove grupos possuem ocorrência no Cerrado conservado, no entanto, somente seis estão presentes no Cerrado degradado (Arborícola, camponotini, especialista, generalista, oportunista e predador grande). Além disso, a quantidade de espécies e indivíduos que ocorrem dentro de cada grupo nessa área, é relativamente menor quando comparado ao conservado (Tabela 5).

Tabela 5. Formicídeos pertencentes a diferentes grupos funcionais, amostrados em Cerrado sentido restrito em Brasília-DF. Cerrado conservado (CC) e Cerrado Degradado (CD).

Grupos funcionais	Número de indivíduos		Número de espécies	
	CC	CD	CC	CD
Arborícola	113	5	6	1
Attini	12	0	3	0
Camponotini	221	45	8	4
Correição	1	0	1	0
Especialista	2	4	2	1
Generalista	389	137	15	7
Generalista dominante	1.512	0	1	0
Oportunista	41	105	5	2
Predador grande	200	11	7	1

A menor quantidade de grupos funcionais no Cerrado degradado é esperado, uma vez que os impactos ambientais resultam em troca de espécies dos grupos funcionais, onde as especialistas com maiores exigências de recursos e condições são substituídas por espécies mais generalistas que têm requerimentos menores e limites de tolerância mais amplos (RIBAS et al., 2007; FRIZZO, 2016).

A presença de vários grupos funcionais garante a atuação das formigas em diferentes nichos dentro de um habitat, promovendo melhoria nas condições do solo e da comunidade de invertebrados como um todo (BRUGGER et al., 2009). Por outro lado, a ausência de determinados grupos, como ocorreu na área degradada, indica que as funções ecológicas em sua integridade não estão sendo desempenhadas nesse ambiente.

O maior número de espécies foi obtido no grupo generalista nos dois locais. Isso porque as espécies desse grupo apresentam comportamento recrutador de indivíduos quando encontram alimento, o que justifica a maior densidade de indivíduos nesse grupo (BRANDÃO et al., 2012; FRIZZO et al., 2012).

Os grupos das formigas de correição, generalista dominante e attini foram registrados apenas no Cerrado conservado. A ocorrência desses grupos certamente está relacionada com os recursos que esse ambiente apresenta. Uma vez que a riqueza dos

grupos funcionais de formigas possui relação direta com a complexidade estrutural da comunidade arbórea (GOMES et al., 2014).

Similaridade – O teste de Anosim foi significativo entre os ambientes (ANOSIM: $r = 0,597$; $p = 0,001$). Os dados, quando ordenados pelo escalonamento multidimensional não paramétrico (NMDS), demonstraram a existência de uma separação na composição de espécies entre os locais estudados, levando à formação de dois grupos: um pertencente ao Cerrado conservado e outro ao Cerrado degradado (Figura 10). O que indica que a composição das espécies de formigas é diretamente influenciada pelo estado de conservação da área. GOMES et al., (2014) afirmam que a degradação ambiental afeta composição e diversidade de formigas.

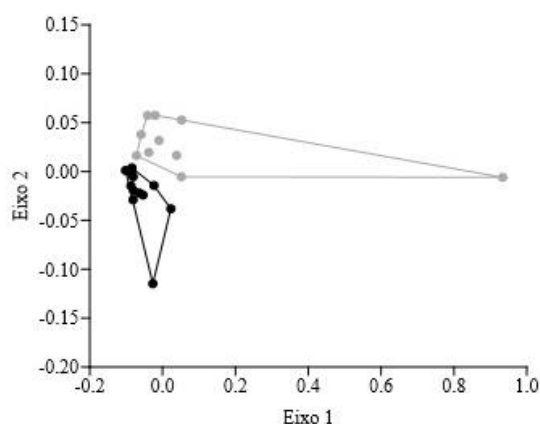


Figura 10. Ordenação de escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS; fator de estresse = 0,2951) baseado na matriz de presença e ausência das espécies de formigas mais similares entre si. Cerrado conservado (preto) e Cerrado degradado (cinza), amostrados em Brasília-DF.

Espécies indicadoras – A análise com o Valor Individual de Indicação (Indval) detectou sete espécies com valores de indicação significativos. Isto evidência alteração no padrão de distribuição e abundância das espécies nas duas áreas avaliadas (Tabela 6).

Tabela 6. Valor individual de indicação (IndVal) de formigas amostradas em Cerrado sentido restrito em Brasília-DF. Cerrado conservado (CC) e Cerrado degradado (CD).

Espécie	Valor da indicação (IndVal)	P	Classificação	Ambiente indicado
<i>Solenopsis geminata</i>	0,91	<0,00	Indicadora	CC
<i>Linepithema</i> sp.1	0,78	0,05	Indicadora	CC
<i>Ectatomma brunneum</i>	0,62	0,05	Detectora	CC
<i>Camponotus</i> sp.1	0,61	0,01	Detectora	CC
<i>Neoponera apicalis</i>	0,57	0,01	Detectora	CC
<i>Pheidole radoszkowskii</i>	0,48	0,02	Detectora	CC
<i>Ectatomma brunneum</i>	0,98	0,02	Indicadora	CD

Legenda: Cerrado conservado (CC) e Cerrado degradado (CD).

No Cerrado conservado, quatro espécies foram selecionadas como detectoras e duas com potencial indicador (Tabela 8), sendo elas *Solenopsis geminata* e *Linepithema* sp.1. No degradado, apenas *Ectatomma brunneum* foi selecionada como indicadora do local (IndVal = 98%). A grande especificidade das faunas encontradas nos dois ambientes reforça a idéia da viabilidade da utilização dessas espécies como bioindicadoras.

Além disso, essa ferramenta pode ser utilizada de forma efetiva e prática, tendo em vista que os indivíduos aqui analisados apresentaram características bem definidas para sua identificação, como é o caso de *Ectatomma brunneum*, que pode ser utilizada inclusive por pessoas não especialistas. Já *Solenopsis geminata* e *Linepithema* sp.1. necessitam de um esforço taxonômico maior em nível específico, pois as chaves disponíveis normalmente são complexas e antigas, dificultando esse processo. Porém, vários trabalhos científicos estão surgindo para sanar esse problema.

São necessários mais estudos que abrangem os mais diversos impactos ambientais e ecossistemas, mantendo a mesma metodologia de coleta para que essa ferramenta possa ser consolidada e assim utilizada de forma efetiva no acompanhamento de áreas conservadas, degradadas ou até mesmo em recuperação.

É importante enfatizar que para estabelecer padrões mais consistentes e úteis dos bioindicadores, os estudos devem contemplar a influência de fatores regionais e da paisagem na resposta das comunidades de formigas, para compreender a resposta desse grupo às mudanças na estrutura do ambiente e sua relação com as variáveis ambientais (RIBAS et al., 2007).

Relação entre espécies bioindicadoras e variáveis ambientais - A aplicação da ANOVA confirma a existência de correlação significativa ($p > 0,01$) entre a distribuição das espécies bioindicadoras e as variáveis ambientais.

A CCA explicou, por meio dos dois primeiros eixos, 66,5% da variância, em que o eixo 1 explicou 39,85% da variância e o eixo 2 explicou 26,65%. Os autovalores para os dois primeiros eixos de ordenação foram 0,05251 (eixo 1) e 0,03512 (eixo 2), indicando a existência de gradientes curtos, devido à baixa heterogeneidade apresentada pelas variáveis ambientais (Tabela 7). De acordo com Felfilli et al. (2007), quando o resultado do autovalor se apresenta menor que 0,3, significa que os dados são homogêneos e a correlação destes não apresenta significado ecológico. Neste caso, ocorre mais variação na abundância de indivíduos por espécie do que substituição de espécies ao longo do gradiente.

Tabela 7. Autovalores e variância dos componentes principais resultantes das variáveis amostradas em áreas de Cerrado conservado e impactado Brasília-DF, 2018.

Variáveis	Componentes	
	1	2
CTC	-0,4332	-0,1304
Argila	0,4271	-0,0848
Areia	-0,4304	0,1283
pH	-0,8129	0,0202
MO	0,6390	-0,1824
Serrapilheira	0,6304	0,3239
Abertura de dossel	-0,7277	0,1841
Diversidade do estrato lenhoso	0,6012	-0,1644
Diversidade da regeneração	0,7664	-0,0959
<i>Solenopsis geminata</i>	0,1653	0,2251
<i>Linepithema</i> sp.1	0,1431	-0,2262
<i>Ectatomma brunneum</i>	-0,3404	0,1119
Variância (%)	39,85	26,65

Tendo como base o diagrama de ordenação, observou-se que as variáveis ambientais: matéria orgânica, serapilheira, argila, diversidade do estrato lenhoso e da regeneração são responsáveis pela ocorrência das espécies *Linepithema* sp.1 e *Solenopsis geminata*, e estas por sua vez, estão associadas às parcelas presentes no Cerrado conservado (Figura 11). *Ectatomma brunneum* por sua vez, apresentou associação com as parcelas do Cerrado degradado e ordenação em função das variáveis: Quantidade de areia, pH, abertura de dossel e CTC.

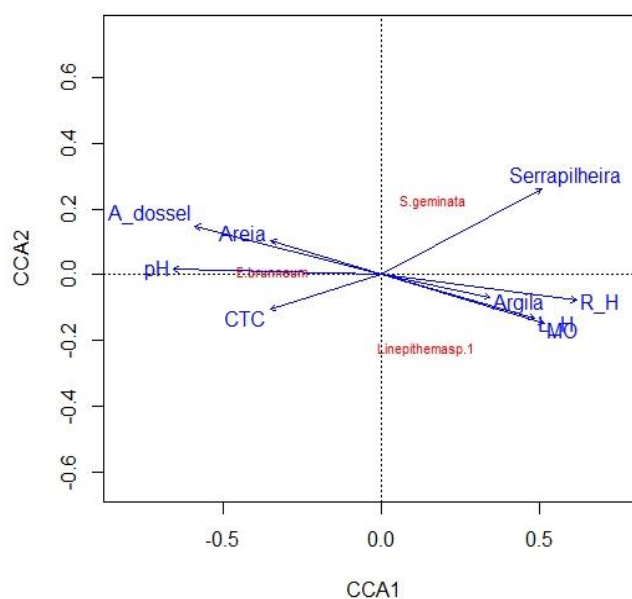


Figura 11. Diagrama de ordenação com base nas variáveis ambientais e nas três espécies bioindicadoras do Cerrado conservado (*Solenopsis geminata* e *Linepithema* sp.1.) e do Cerrado degradado (*Ectatomma brunneum*) amostrados em Brasília-DF. CTC = capacidade de troca de

cátions pH = potencial hidrogeniônico; MO = Matéria orgânica; EL_H = Diversidade do estrato lenhoso; R_H = Diversidade da regeneração e AD= Abertura do dossel.

Solenopsis geminata é generalista e *Linepithema* sp.1. uma oportunista, ambas espécies são onívoras, com nidificação no solo e grande plasticidade ecológica (FRIZZO et al., 2012; BACCARO et al., 2015). Assim, acredita-se que a ocorrência dessas espécies está relacionada com a complexidade estrutural do ambiente, pois, esses locais apresentam ampla gama de recursos necessários para o estabelecimento dessas espécies, como alimentação (cobertura vegetal, matéria orgânica e serapilheira, condições para nidificação (solos com serrapilheira) e microclima (estrato lenhoso e regeneração, menor luminosidade), por isso, são consideradas bioindicadoras do Cerrado conservado. Além disso, essas espécies auxiliam a estruturação do ecossistema, pois, alteram as propriedades do solo, aumentando a concentração de carbono e matéria orgânica (HOLLDOBLER; WILSON, 1990). Isso aliado ao aumento das concentrações de nutrientes e o uso de frutos em sua dieta, podem agir em conjunto no aumento da diversidade de plantas (ALMEIDA; QUEIROZ, 2015).

A espécie *Ectatomma brunneum* é uma predadora grande, com comportamento agressivo que comumente nidifica em ambientes degradados com características de solo alteradas, tais como, formações vegetais secundárias, pastagens, clareiras, plantações e estradas, por isso, é considerada adaptada aos ambientes nativos altamente antropizados (VASCONCELOS, 1998; DELABIE et al., 2007; ALMEIDA; QUEIROZ, 2015; OLIVEIRA et al., 2016). Diferentemente das outras espécies citadas, essa possui adaptabilidade a ambientes degradados e se apresenta como menos exigente aos recursos e condições de sobrevivência, pois, consegue sobreviver em ambientes com alta luminosidade, temperatura e condições de solo alteradas, assumindo assim a função de bioindicadora do Cerrado degradado.

Baseado nas características que as espécies apontadas pelo IndVal apresentam e os resultados da análise de correspondência canônica, confirma-se o potencial da utilização dessas espécies como bioindicadoras, pois foi possível compreender como as espécies respondem às mudanças na estrutura do ecossistema e como se relacionam com as variáveis ambientais, o que possibilita o estabelecimento de padrões consistentes e úteis em sua utilização como bioindicadoras.

4. CONCLUSÕES

O Cerrado conservado apresentou maior composição, riqueza de espécies de formigas e grupos funcionais enquanto o Cerrado degradado apresentou menor composição, riqueza de espécies de formigas e grupos funcionais.

As espécies *Solenopsis geminata* e *Linepithema* sp 1. podem ser utilizadas como bioindicadoras de Cerrado sentido restrito conservado. Ao passo que *Ectatomma brunneum* pode ser utilizada como bioindicadora do Cerrado degradado.

As espécies bioindicadoras possuem relação com variáveis ambientais que refletem o estado de conservação ou degradação do ambiente, o que potencializa a utilização de formicídeos como ferramenta no monitoramento ambiental.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. S.; QUEIROZ, J. M. Formigas poneromorfas como engenheiras de ecossistemas: impactos sobre a biologia, estrutura e fertilidade dos solos. **As formigas poneromorfas do Brasil**, v. 1, n. 1, p. 439-449, 2015.
- ALVES, M. I. B.; GABRIEL, J. L. C. Composição da mimercofauna de um fragmento de cerrado em regeneração em Botucatu, São Paulo. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 12, n. 1, p. 107-117, 2016.
- ANGOTTI, M. A.; RABELLO, A.; SANTIAGO, G.; RIBAS, C. Seed removal by ants in Brazilian savanna: optimizing fieldwork. **Sociobiology**, v. 65, n. 2, p. 155-161, 2018.
- ANJOS, D.; CAMPOS, R.; CAMPOS, R.; RIBEIRO, S. Monitoring Effect of Fire on Ant Assemblages in Brazilian Rupestrian Grasslands: Contrasting Effects on Ground and Arboreal Fauna. **Insects**, v. 8, n. 1, p. 1-12, 2017.
- AQUINO, P. S.; NAPPO, M. E.; RODRIGUES, M. S.; PEREIRA, I. M.; MATRICARDI, E. A. T.; PELÁ, G. M. Análise espacial da produtividade de serapilheira em uma mata de galeria. **Ciência florestal**, v. 26, n. 2, p. 489-500, 2016.
- BACCARO, F. B.; FEITOSA, R. M.; FERNÁNDEZ, F.; FERNANDES, I. O.; IZZO, T. J.; SOUZA, J. L.; SOLAR, R. **Guia para os gêneros de formigas do Brasil**. 1 ed. Manaus: Editora INPA, p. 388, 2015.
- BARBOSA, L.M. **Manual sobre princípios da recuperação vegetal de áreas degradadas**, São Paulo. SMA/CEAM/CIMP, 2000, 76p.
- BOLTON, B. 2018 **An online catalog of the ants of the world**. 2018. Disponível em: <<https://www.antweb.org/world.jsp>>. Acesso em: 04 dez. 2018.
- BOLTON, B. 2018. **AntCat: An Online Catalog of the Ants of the World**. Disponível em: <<http://www.antcat.org>>. Acesso em: 22 nov. 2018.
- BOSCARDIN, J.; COSTA, E. C.; DELABIE, J. H. C.; GARLET, J. Efeito do fogo sobre a riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) associadas à *Pinus elliottii* Engelm no sul do Brasil. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 4, p. 1031-1040, 2014.
- BRANDÃO, C. R. F.; SILVA, ROGÉRIO, R.; DELABIE, J. H. C. Neotropical ants (Hymenoptera) functional groups: nutritional and applied implications. **Insect Bioecology and Nutrition for Integrated Pest Management**, p. 213-236, 2012.
- BRANDÃO, C. R. F.; SILVA, R. R.; FEITOSA, R. M. Cerrado ground-dwelling ants (Hymenoptera: Formicidae) as indicators of edge effects. **Zoologia**, v. 28, n. 3, p. 379-387, 2011.
- BRUGGER, M. S.; FERNANDES, M. A. C.; REIS, N. M.; LOPES, J. F. S. Avaliação dos efeitos tóxicos de extrato hexânico de *Azadirachta indica* (A. Juss) em colônias de *Acromyrmex rugosus* (Smith, 1858) (Formicidae, Attini). **Revista Brasileira de Zootecias**, v. 10, n. 3, p. 233-238, 2009.
- CANTARELLI, E. B.; FLECK, M. D.; GRANZOTTO, F.; CORASSA, J. D. N.; D'AVILA, M. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira em diferentes sistemas de uso do solo. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 607-616, 2015.

CIENTEC - CONSULTORIA E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS. **Mata Nativa: Sistema para análise fitossociológica e elaboração de planos de manejo de florestas nativas - Manual do usuário**. Viçosa: Cientec, 2004. 126p.

CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. Uma abordagem para análise estatística e interpretação. **Mudança nas comunidades marinhas**, v. 2, n. 1, p. 117-143, 1994.

CLEMENTE, A. T. C. **Análise de populações de Lepidoptera em comunidades florestais de *Araucaria angustifolia*, *Eucalyptus grandis* e *Pinus taeda***. 1995. 75f. Dissertação (Ciências Florestais) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 1995.

CORASSA, J. N.; FAIXO, J. G.; NETO, V. R. A.; SANTOS, I. B. Biodiversidade da mirmecofauna em diferentes usos do solo no Norte Mato-Grossense. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 2, p. 154-163, 2015.

DELABIE, J. H. C.; RAMOS, L. S.; SANTOS, J. R. M.; CAMPIOLO, S. SANCHES, C. L. G. Mirmecofauna (hymenoptera; formicidae) da serapilheira de um cacauzal inundável do agrossistema do rio Mucuri, Bahia: considerações sobre conservação da fauna e controle biológico de pragas. **Agrotrópica**, v. 19, n. 1, p. 5-12, 2007.

DUFRENE, M.; LEGENDRE, P. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. **Ecological monographs**, v. 67, n. 3, p. 345-366, 1997.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de Métodos de Análise do Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.

FELFILI, J. M.; FAGG, C. W. Floristic composition, diversity and structure of the cerrado sentido restrito on rocky soils in northern Goiás and southern Tocantins, Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 30, n. 3, p. 375-385, 2007.

FERNÁNDEZ, F. **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. 418p.

FOREL, Auguste. Études myrmecologiques. **Annales de la Société Entomologique Belgique**, v. 30, p. 206, 1886.

FRAZER, G. W.; CANHAM, C. D.; LERTZMAN, K. P. Gap Light Analyzer (GLA), Version 2.0: Imaging software to extract canopy structure and gap light transmission indices from true-colour fisheye photographs, users manual and program documentation. **Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, and the Institute of Ecosystem Studies, Millbrook**, v. 36, n.1, p. 1999.

FREIRE, C. B.; OLIVEIRA, G. V.; MARTINS, F. R. S.; SOUZA, L. E. C.; LACAU, L. S. R.; CORRÊA, M. M. Riqueza de formigas em áreas preservadas e em regeneração de caatinga arbustiva no sudoeste da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 10, n. 1, p. 131-134, 2012.

FRIZZO, T. L. M. **Mudanças do uso da terra sobre a comunidade de formigas e a retenção dos serviços ecossistêmicos no Cerrado**. 2016. 155f. Tese (Ecologia). Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2016.

FRIZZO, T. L. M.; CAMPOS, R. I.; VASCONCELOS, H. L. Contrasting effects of fire on arboreal and ground-dwelling ant communities of a Neotropical savanna. **Biotropica**, v. 44, n. 2, p. 254-261, 2012.

- GOLIAS, H. C.; DELABIE, J. H. C.; AZEVEDO, F. Diversidade de formigas em pomares cítricos e em fragmento florestal no sul do Brasil. **EntomoBrasilis**, v. 11, n. 1, p. 01-08, 2018.
- GOMES, E. C. F.; RIBEIRO, G. T.; DA SILVA, T. M.; SOUSA-SOUTO, L. Ant assemblages (Hymenoptera: Formicidae) in three different stages of forest regeneration in a fragment of Atlantic Forest in Sergipe, Brazil. **Sociobiology**, v. 61, n. 3, p. 250-257, 2014.
- GARDNER, W. H. Water content. In: Klute, A. ed. **Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods**. American Society of Agronomy. Madison: WI, 1986. p. 493-544.
- HAUSBERGER, B.; KORB, J. The impact of anthropogenic disturbance on assembly patterns of termite communities. **Biotropica**, v. 48, n. 3, p. 356-364, 2016.
- HOFFMANN, B. D. Usando formigas para monitoramento de pastagens: padrões globais nas respostas de comunidades de formigas ao pastoreio. **Indicadores Ecológicos**, v. 10, n. 2, p. 105-111, 2010.
- HOLLOBLER, B.; WILSON, E. O. 1990. **The ants**. Harvard University Press, Massachusetts. 732 p.
- IBRAM - Instituto Brasília Ambiental. **Nota Técnica 01/2018**: Indicadores ecológicos para a recomposição da vegetação nativa no Distrito Federal. Disponível em: <http://www.ibram.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/Nota-T%C3%A9cnica-1-INDICADORES_ECOLOGICOS.pdf>. Acesso em 20 nov. 2018.
- KRUSKAL, J. B. Nonmetric multidimensional scaling: a numerical method. **Psychometrika**, v. 29, n. 2, p. 115-129, 1964.
- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. 1998. **Numerical ecology**. 2ª ed. Elsevier Science B.V., Amsterdam, 853 p.
- LUTINSKI, J. A.; GARCIA, R. M.; Lutinski, C. J.; IOP, S. Diversidade de formigas na Floresta Nacional de Chapecó, Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, v. 38, n. 7, p. 1810-1816, 2008.
- MAJER, J. D. Ant recolonization of rehabilitated bauxite mines at Trombetas, Pará, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 12, n. 2, p. 257-273. 1996.
- MAJER, J. D.; KOCK, A. E. Ant recolonization of sand mines near Richards Bay. South Africa: an evaluation of progress with rehabilitation. **South African Journal of Science**, v. 88, n. 1, p. 31-36, 1992.
- MCGEOCH, M. A.; VAN RENSBURG, B. J.; BOTES, A. A verificação e aplicação de bioindicadores: um estudo de caso de escaravelhos em um ecossistema de cerrado. **Jornal de Ecologia Aplicada**, v. 39, n. 4, p. 661-672, 2002.
- MCGEOCH, M. A. A seleção, teste e aplicação de insetos terrestres como bioindicadores. **Revisões Biológicas**, v. 73, n. 2, p. 181-201, 1998.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. **O bioma cerrado**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>. Acesso em 20 nov. 2018.
- MORAES, R. C. B.; HADDAD, M. L.; SILVEIRA NETO, S.; REYES, A. E. L. **Software para análise estatística - ANAFAU**. 2003. Disponível em: <<http://www.lea.esalq.usp.br/anafau/anafau.php>>. Acesso em: 04 dez. 2018.

MOTA, S. D. L. L. **Heterogeneidade do substrato e suas relações com a comunidade arbustivo-arbórea do Cerrado na Cadeia do Espinhaço**. 2011. 71f. Dissertação (Ciência Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG, 2011.

NAPPO, M. E.; FONTES, M. A. L.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Suficiência amostral e análise do tamanho de parcelas para o estudo da regeneração natural do sub-bosque de povoamentos homogêneos de *Mimosa scabrella* Benth., em área minerada, em Poços de Caldas-MG. **Revista Árvore**, v. 23, n. 4, p. 443-453, 1999.

OLIVEIRA, I. R.; FERREIRA, N. A.; VIANA JUNIOR, A. B.; DANTAS, J. O.; DOS SANTOS, M. J. C.; RIBEIRO, M. J. B. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) edáficas em três estágios sucessionais de mata atlântica em São Cristóvão: Sergipe. **Agroforestalis News**, v.1, n.1, p. 48-58, 2016.

OLIVEIRA, M. A.; GOMES, C. F. F.; PIRES, E. M.; MARINHO, C. G. S.; DELLA LÚCIA, T. M. C. Environmental bioindicators: insects as a tool for biodiversity monitoring. **Revista Ceres**, v. 61, n. 7, p. 800-807, 2014.

OLIVEIRA, M. A. **Diversidade da mirmecofauna e sucessão florestal na Amazônia – Acre, Brasil**. 2009. 132 f. Tese (Entomologia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

PACHECO, R.; VASCONCELOS, H. L.; GROG, S.; CAMACHO, G. P.; FRIZZO, T. L. M. The importance of remnants of conserved vegetation for maintaining ant diversity in Brazilian agricultural landscapes. **Biodiversity and Conservation**, v. 22, n. 4, p. 983-997, 2013.

PROGRAMA R. **O projeto R para computação estatística**. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>> Acesso em: 21 nov. 2018.

RABELLO, A. M.; QUEIROZ, A. C.; LASMAR, C. J.; CUISSI, R. G.; CANEDO-JÚNIOR, E. O.; SCHMIDT, F. A.; RIBAS, C. R. When is the best period to sample ants in tropical areas impacted by mining and in rehabilitation process?. **Insectes Sociaux**, v. 62, n. 2, p. 227-236, 2015.

RAMOS, A. S. J. C.; LEMOS, R. N. S.; VALE, A. M. S.; BATISTA, M. C.; MOREIRA, A. A.; HARADA, A. Y.; MESQUITA, M. L. R. Ant diversity in agor ecosystems and secondary forest. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 49, p. 4449-4454, 2015.

RIBAS, C. R.; SCHMIDT, F. A.; SOLAR, R. R. C.; SCHOEREDER, J. H.; VALENTIM, C. L.; SANCHES, A. L. P.; ENDRINGER, F. B. Formigas podem ser utilizadas como bioindicadoras de recuperação após impactos ambientais? **Biológico**, v. 2, n. 1, p.57-60, 2007.

ROCHA, W. O.; DORVAL, A.; PERES FILHO, O. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) bioindicadoras de degradação ambiental em Poxoréu, Mato Grosso, Brasil. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n.1, p.88-98, 2015.

ROCHA, W. O.; DORVAL, A.; PESRES, O. F.; VAEZ, C. A.; CASTRO, C. K. C. Diversidade da Mirmecofauna em uma Área Degradada pela Garimpagem de Diamantes no Estado de Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, v. 17, n. 2, p. 51-60, 2014.

ROMERO, H & JAFFE, K. A comparison of methods for sampling ants (Hymenoptera: Formicidae) in savannas. **Biotropica**, v. 21, n. 4, p. 348-352, 1989.

- SCHMIDT, C. A.; SHATTUCK, S. O. The higher classification of the ant subfamily Ponerinae (Hymenoptera: Formicidae), with a review of ponerine ecology and behavior. **Zootaxa**, v. 3817, n. 1, p. 1-242, 2014.
- SCHMIDT, F. A.; RIBAS, C. R.; SCHOEREDER, J. H. How predictable is the response of ant assemblages to conserved forest recovery? Implications for their use as bioindicators. **Ecological Indicators**, v. 24, n.1, p. 158-166, 2013.
- SHANNON, C. E.; WEAVER, W.. The mathematical theory of communication—Univ. **Illinois press, Urbana, I**, v. 11, p. 117, 1949.
- SILVA, A. F.; CARVALHO, Y. C.; COSTA, S. J. M.; OLIVEIRA, L. R.; DA SILVA NOVATO, T.; DE ALMEIDA, N. G.; BRUGIOLO, S. S. S. Fauna de Formigas (Hymenoptera: Formicidae) em um fragmento de Floresta Atlântica no Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zociências**, v. 19, n.1, p.44-55, 2018.
- TER BRAAK, C. J. F. Ordenação. In: **Análise de dados em ecologia comunitária e paisagística**. Cambridge University Press, p. 91-274, 1995.
- TER BRAAK, C. J. F. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. **Vegetation**, v. 69, n. 1–3, p. 69–77, 1987.
- TORRES, D, M.; LEITE, M. A. F.; SAMSONAS, H. P. Relações solo-vegetação na estruturação de comunidades de cerrado sentido restrito no sul de Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 68, n. 1, p. 115-128, 2017.
- UCHIDA, K.; USHIMARU, A. Biodiversity declines due to abandonment and intensification of agricultural lands: patterns and mechanisms. **Ecological Monographs**, v. 84, n. 4, p. 637-658, 2014.
- VASCONCELOS, H. L. Respostas das formigas à fragmentação florestal. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 95-98, 1998.
- VEIGA, J. B. SANTOS, R. C.; LOPES, M. P. M.; SILVA, R. R.; SILVA, A. C. S.; OLIVEIRA, A. S. Avaliação rápida da riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em fragmentos de floresta ombrófila na região de Alta Floresta, MT. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 13, n. 2, p. 13-18, 2016.
- WARD, P. S.; BLAIMER, B. B.; FISHER, B. L. A revised phylogenetic classification of the ant subfamily Formicinae (Hymenoptera: Formicidae), with resurrection of the genere Colobopsis and Dinomyrmex. **Zootaxa**, v. 4072, n. 3, p. 343-357, 2016.
- WARD, P. S.; BRADY, S. G.; FISHER, B. L.; SCHULTZ, T. R. The evolution of myrmicine ants: phylogeny and biogeography of a hyperdiverse ant clade (Hymenoptera: Formicidae). **Systematic Entomology**, v. 40, n. 1, p. 61-81, 2015.
- WILSON, E. O. The organization of colony defense in the Ant *Pheidole dentate* Mayr (Hymenoptera: Formicidae). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 1, n. 1, p. 63-81, 1976.

APÊNDICES

Apêndice 1. Composição florística do estrato lenhoso (EL) e regeneração (RG) em área de Cerrado sentido restrito conservado amostrados em Brasília-DF.

Família/Espécie	EL	RG
ANACARDIACEAE		
<i>Anacardium occidentale</i> L.		X
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão.		X
ANNONACEAE		
<i>Annona coriacea</i> Mart.	X	X
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	X	X
<i>Annona nutans</i> R.E.Fr.		X
<i>Annona tomentosa</i> R.E.Fr.		X
<i>Duguetia furfuracea</i> (A.St.-Hil.) Saff.		X
APOCYNACEAE		
<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart. & Zucc.	X	X
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	X	X
<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson	X	X
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.		X
<i>Eremanthus glomerulatus</i> Less.		X
ARALIACEAE		
<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schltdl.) Frodin	X	
ASTERACEAE		
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.		X
<i>Eremanthus glomerulatus</i> Less.	X	X
<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	X	X
BIGNONIACEAE		
<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex DC.) Mattos		X
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	X	X
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose	X	
<i>Zeyheria montana</i> Mart.	X	
<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith		X
BURSERACEAE		
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand		X
<i>Protium ovatum</i> Engl.		X
CALOPHYLLACEAE		
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	X	X
<i>Kielmeyera speciosa</i> A.St.-Hil.	X	X
CARYOCARACEAE		
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	X	X
CARDIOPTERIDACEAE		
<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A.Howard		X
CELASTRACEAE		
<i>Plenckia populnea</i> Reissek	X	X
<i>Salacia crassifolia</i> (Mart. ex Schult.) G.Don	X	X
<i>Salacia elliptica</i> (Mart.) G.Don		X
CHRYSOBALANACEAE		
<i>Couepia grandiflora</i> (Mart. & Zucc.) Benth.	X	
<i>Parinari obtusifolia</i> Hook.f.		X
CONNARACEAE		
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	X	X
<i>Rourea induta</i> Planch.	X	
DILLENIACEAE		
<i>Curatella americana</i> L.	X	
<i>Davilla elliptica</i> A.St.-Hil.		X
EBENACEAE		
<i>Diospyros lasiocalyx</i> (Mart.) B.Walln.	X	
<i>Diospyros sericea</i> A.DC.		X

Continua...

ERYTHROXYLACEAE		
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	X	X
<i>Erythroxylum suberosum</i> A.St.-Hil.	X	X
<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	X	X
EUPHORBIACEAE		
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.		X
FABACEAE		
<i>Acosmium dasycarpum</i> Vogel.		X
<i>Andira vermifuga</i> (Mart.) Benth.		X
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	X	X
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	X	X
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	X	X
<i>Dipteryx alata</i> Vogel	X	
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F.Macbr.	X	
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne.	X	X
<i>Leptolobium dasycarpum</i> Vogel.	X	X
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	X	X
<i>Machaerium opacum</i> Vogel	X	X
<i>Machaerium punctatum</i> (Poir.) Pers.		X
<i>Mimosa claussenii</i> Benth.	X	X
<i>Peltogyne confertiflora</i> (Mart. ex Hayne) Benth.	X	
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	X	
<i>Pterodon emarginatus</i> Vogel	X	X
<i>Pterodon pubescens</i> (Benth.) Benth.	X	X
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	X	X
<i>Tachigali subvelutina</i> (Benth.) Oliveira-Filho	X	
<i>Tachigali vulgaris</i> L.G.Silva & H.C.Lima	X	X
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	X	
LAMIACEAE		
<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.	X	
LOGANIACEAE		
<i>Strychnos pseudoquina</i> A.St.-Hil.	X	X
LYTHRACEAE		
<i>Lafoensia pacari</i> A.St.-Hil.	X	
<i>Physocalymma scaberrimum</i> Pohl		X
MALPIGHIACEAE		
<i>Banisteriopsis latifolia</i> (A.Juss.) B.Gate		X
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	X	X
<i>Byrsonima pachyphylla</i> A. Juss.	X	X
<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	X	X
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A.Juss.	X	X
<i>Heteropterys escalloniifolia</i> A.Juss.		X
MALVACEAE		
<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Endl.	X	X
<i>Sterculia striata</i> A.St.-Hil. & Naudin		X
MARCGRAVIACEAE		
<i>Schwartzia adamantium</i> (Cambess.) Bedell ex Gir.-Cañas		X
MELASTOMATACEAE		
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana		X
<i>Miconia burchellii</i> Triana	X	
<i>Miconia ferruginata</i> DC.	X	X
<i>Miconia leucocarpa</i> DC.	X	X
MORACEAE		
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul		X
MYRTACEAE		
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	X	X
<i>Psidium australe</i> Cambess.		X
<i>Psidium laruotteanum</i> Cambess.	X	X
<i>Psidium myrsinites</i> DC.	X	X

Continua...

<i>Psidium salutare</i> (Kunth) O.Berg	X	
NYCTAGINACEAE		
<i>Guapira graciliflora</i> (Mart. ex Schmidt) Lundell	X	X
<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	X	X
<i>Neea theifera</i> Oerst.	X	X
OCHNACEAE		
<i>Ouratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill.	X	X
OLACACEAE		
<i>Dulacia candida</i> (Poepp.) Kuntze		X
OPILIACEAE		
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook.f.	X	X
PRIMULACEAE		
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	X	X
PROTEACEAE		
<i>Roupala montana</i> Aubl.	X	X
RUBIACEAE		
<i>Palicourea rigida</i> Kunth	X	X
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltld.) K.Schum.	X	X
SALICACEAE		
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.		X
SAPOTACEAE		
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	X	X
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	X	X
SOLANACEAE		
<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	X	
SYMPLOCACEAE		
<i>Symplocos rhamnifolia</i> A.DC.	X	
STYRACACEAE		
<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	X	X
VOCHYSIACEAE		
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	X	X
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	X	X
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	X	X
<i>Salvertia convallariodora</i> A.St.-Hil.	X	X
<i>Vochysia elliptica</i> Mart.		X
<i>Vochysia rufa</i> Mart.	X	
<i>Vochysia tucanorum</i> Mart.	X	

Apêndice 2. Parâmetros fitossociológicos em ordem decrescente de Índice de Valor de Importância das espécies do estrato lenhoso amostradas no Cerrado sentido restrito conservado em Brasília-DF.

Espécies	Ni	DeA	DeR	FA	FR	DoA	DoR	IVI
<i>Dalbergia miscolobium</i>	211	124,85	11,78	100	3,32	1,00	12,68	9,26
<i>Ouratea hexasperma</i>	128	75,74	7,15	100	3,32	0,60	7,55	6,01
<i>Kielmeyera coriacea</i>	153	90,53	8,54	100	3,32	0,42	5,31	5,73
<i>Qualea parviflora</i>	110	65,09	6,14	76,92	2,56	0,64	8,10	5,60
<i>Qualea grandiflora</i>	91	53,85	5,08	100	3,32	0,60	7,51	5,30
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	96	56,80	5,36	100	3,32	0,32	4,09	4,26
<i>Caryocar brasiliense</i>	76	44,97	4,24	92,31	3,07	0,38	4,73	4,02
<i>Eremanthus glomerulatus</i>	93	55,03	5,19	76,92	2,56	0,17	2,20	3,32
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	51	30,18	2,85	92,31	3,07	0,24	3,01	2,97
<i>Connarus suberosus</i>	65	38,46	3,63	92,31	3,07	0,17	2,11	2,94
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	55	32,54	3,07	92,31	3,07	0,18	2,30	2,81
<i>Pterodon emarginatus</i>	18	10,65	1,01	53,85	1,79	0,35	4,38	2,39
<i>Qualea multiflora</i>	35	20,71	1,95	76,92	2,56	0,21	2,60	2,37
<i>Styrax ferrugineus</i>	43	25,44	2,40	76,92	2,56	0,17	2,13	2,36
<i>Miconia leucocarpa</i>	32	18,93	1,79	76,92	2,56	0,16	2,08	2,14
<i>Erythroxylum suberosum</i>	47	27,81	2,62	69,23	2,30	0,11	1,33	2,09
<i>Kielmeyera speciosa</i>	35	20,71	1,95	61,54	2,05	0,10	1,23	1,74
<i>Pouteria ramiflora</i>	26	15,38	1,45	69,23	2,30	0,11	1,40	1,72
<i>Eriotheca pubescens</i>	18	10,65	1,01	69,23	2,30	0,14	1,81	1,71
<i>Pouteria torta</i>	34	20,12	1,90	61,54	2,05	0,09	1,14	1,69
<i>Pterodon pubescens</i>	23	13,61	1,28	46,15	1,53	0,16	2,06	1,63
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	27	15,98	1,51	53,85	1,79	0,12	1,46	1,58
<i>Enterolobium gummiferum</i>	11	6,51	0,61	61,54	2,05	0,16	2,02	1,56
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	20	11,83	1,12	69,23	2,30	0,10	1,24	1,55
<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	18	10,65	1,01	53,85	1,79	0,09	1,20	1,33
<i>Tachigali vulgaris</i>	11	6,51	0,61	61,54	2,05	0,09	1,19	1,28
<i>Guapira noxia</i>	16	9,47	0,89	61,54	2,05	0,07	0,88	1,27
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	21	12,43	1,17	38,46	1,28	0,06	0,72	1,06
<i>Miconia burchellii</i>	23	13,61	1,28	30,77	1,02	0,07	0,84	1,05
<i>Myrsine guianensis</i>	15	8,88	0,84	46,15	1,53	0,06	0,75	1,04
<i>Palicourea rigida</i>	15	8,88	0,84	53,85	1,79	0,03	0,38	1,00
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	16	9,47	0,89	38,46	1,28	0,06	0,76	0,98
<i>Bowdichia virgilioides</i>	8	4,73	0,45	38,46	1,28	0,08	1,02	0,91
<i>Miconia ferruginata</i>	8	4,73	0,45	38,46	1,28	0,06	0,80	0,84
<i>Handroanthus ochraceus</i>	9	5,33	0,50	38,46	1,28	0,03	0,41	0,73
<i>Roupala montana</i>	9	5,33	0,50	38,46	1,28	0,02	0,32	0,70
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i>	9	5,33	0,50	30,77	1,02	0,02	0,24	0,59
<i>Byrsonima pachyphylla</i>	7	4,14	0,39	30,77	1,02	0,02	0,31	0,58
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	7	4,14	0,39	30,77	1,02	0,02	0,31	0,57
<i>Salacia crassifolia</i>	8	4,73	0,45	30,77	1,02	0,02	0,22	0,56
<i>Strychnos pseudoquina</i>	4	2,37	0,22	30,77	1,02	0,03	0,38	0,54
<i>Tocoyena formosa</i>	6	3,55	0,34	30,77	1,02	0,01	0,14	0,50
<i>Annona coriacea</i>	3	1,78	0,17	15,38	0,51	0,05	0,66	0,45
<i>Machaerium opacum</i>	5	2,96	0,28	23,08	0,77	0,02	0,20	0,42
<i>Machaerium acutifolium</i>	6	3,55	0,34	15,38	0,51	0,03	0,39	0,41
<i>Leptolobium dasycarpum</i>	3	1,78	0,17	23,08	0,77	0,02	0,20	0,38

Continua...

<i>Psidium laruotteanum</i>	4	2,37	0,22	23,08	0,77	0,01	0,09	0,36
<i>Plenckia populnea</i>	4	2,37	0,22	23,08	0,77	0,01	0,08	0,36
<i>Diospyros lasiocalyx</i>	6	3,55	0,34	15,38	0,51	0,01	0,16	0,34
<i>Mimosa clausenii</i>	3	1,78	0,17	23,08	0,77	0,00	0,06	0,33
<i>Vochysia rufa</i>	3	1,78	0,17	15,38	0,51	0,02	0,30	0,32
<i>Couepia grandiflora</i>	5	2,96	0,28	15,38	0,51	0,01	0,13	0,31
<i>Rourea induta</i>	5	2,96	0,28	15,38	0,51	0,01	0,15	0,31
<i>Annona crassiflora</i>	2	1,18	0,11	15,38	0,51	0,02	0,27	0,30
<i>Himatanthus obovatus</i>	3	1,78	0,17	15,38	0,51	0,01	0,17	0,28
<i>Vochysia tucanorum</i>	1	0,59	0,06	7,69	0,26	0,04	0,48	0,26
<i>Tachigali subvelutina</i>	3	1,78	0,17	15,38	0,51	0,01	0,08	0,25
<i>Plathymenia reticulata</i>	2	1,18	0,11	15,38	0,51	0,01	0,10	0,24
<i>Dimorphandra mollis</i>	4	2,37	0,22	7,69	0,26	0,02	0,25	0,24
<i>Aegiphila verticillata</i>	3	1,78	0,17	7,69	0,26	0,00	0,06	0,16
<i>Solanum lycocarpum</i>	2	1,18	0,11	7,69	0,26	0,01	0,08	0,15
<i>Dipteryx alata</i>	1	0,59	0,06	7,69	0,26	0,01	0,15	0,15
<i>Peltogyne confertiflora</i>	1	0,59	0,06	7,69	0,26	0,01	0,10	0,14
<i>Vatairea macrocarpa</i>	1	0,59	0,06	7,69	0,26	0,01	0,06	0,13
<i>Psidium myrsinites</i>	2	1,18	0,11	7,69	0,26	0,00	0,03	0,13
<i>Lafoensia pacari</i>	1	0,59	0,06	7,69	0,26	0,01	0,07	0,13
<i>Salvertia convallariodora</i>	1	0,59	0,06	7,69	0,26	0,01	0,08	0,13
<i>Psidium salutare</i>	1	0,59	0,06	7,69	0,26	0,00	0,04	0,12
<i>Schefflera macrocarpa</i>	1	0,59	0,06	7,69	0,26	0,00	0,05	0,12
<i>Handroanthus serratifolius</i>	1	0,59	0,06	7,69	0,26	0,00	0,05	0,12
<i>Zeyheria montana</i>	1	0,59	0,06	7,69	0,26	0,00	0,04	0,12
<i>Agonandra brasiliensis</i>	1	0,59	0,06	7,69	0,26	0,00	0,02	0,11
<i>Neea theifera</i>	1	0,59	0,06	7,69	0,26	0,00	0,02	0,11
<i>Symplocos rhamnifolia</i>	1	0,59	0,06	7,69	0,26	0,00	0,02	0,11
<i>Curatella americana</i>	1	0,59	0,06	7,69	0,26	0,00	0,02	0,11
<i>Erythroxylum deciduum</i>	1	0,59	0,06	7,69	0,26	0,00	0,02	0,11
Total	1.791	1.059,76	100	3.007,69	100	7,92	100	100

Apêndice 3. Parâmetros fitossociológicos em ordem decrescente de Índice de Valor de Importância das espécies do estrato regenerativo amostradas no Cerrado sentido restrito conservado em Brasília-DF.

Espécies	Ni	DeA	DeR	FA	FR	DoA	DoR	IVI
<i>Kielmeyera coriacea</i>	85	502,96	8,79	84,62	3,67	0,316	10,660	7,71
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	92	544,38	9,51	69,23	3,00	0,221	7,440	6,65
<i>Dalbergia miscolobium</i>	47	278,11	4,86	100,00	4,33	0,173	5,830	5,01
<i>Connarus suberosus</i>	48	284,02	4,96	69,23	3,00	0,208	7,020	5,00
<i>Eremanthus glomerulatus</i>	39	230,77	4,03	76,92	3,33	0,195	6,550	4,64
<i>Ouratea hexasperma</i>	41	242,60	4,24	84,62	3,67	0,168	5,660	4,52
<i>Qualea grandiflora</i>	41	242,60	4,24	61,54	2,67	0,116	3,910	3,61
<i>Protium ovatum</i>	52	307,69	5,38	53,85	2,33	0,035	1,180	2,96
<i>Qualea parviflora</i>	22	130,18	2,28	38,46	1,67	0,108	3,640	2,53
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	17	100,59	1,76	53,85	2,33	0,083	2,790	2,29
<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	18	106,51	1,86	69,23	3,00	0,057	1,930	2,26
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	15	88,76	1,55	53,85	2,33	0,084	2,830	2,24
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	18	106,51	1,86	69,23	3,00	0,054	1,820	2,23
<i>Kielmeyera speciosa</i>	19	112,43	1,96	38,46	1,67	0,085	2,880	2,17
<i>Pterodon emarginatus</i>	41	242,60	4,24	15,38	0,67	0,046	1,560	2,16
<i>Erythroxylum suberosum</i>	17	100,59	1,76	46,15	2,00	0,075	2,540	2,1
<i>Roupala montana</i>	23	136,09	2,38	46,15	2,00	0,050	1,690	2,02
<i>Miconia leucocarpa</i>	17	100,59	1,76	61,54	2,67	0,039	1,310	1,91
<i>Neea theifera</i>	15	88,76	1,55	46,15	2,00	0,054	1,810	1,79
<i>Machaerium acutifolium</i>	13	76,92	1,34	30,77	1,33	0,058	1,960	1,54
<i>Annona coriacea</i>	17	100,59	1,76	53,85	2,33	0,014	0,470	1,52
<i>Qualea multiflora</i>	9	53,25	0,93	38,46	1,67	0,052	1,730	1,44
<i>Myrsine guianensis</i>	11	65,09	1,14	46,15	2,00	0,032	1,060	1,40
<i>Tocoyena formosa</i>	9	53,25	0,93	38,46	1,67	0,039	1,320	1,30
<i>Caryocar brasiliense</i>	8	47,34	0,83	30,77	1,33	0,045	1,530	1,23
<i>Palicourea rigida</i>	7	41,42	0,72	38,46	1,67	0,038	1,270	1,22
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	10	59,17	1,03	23,08	1,00	0,038	1,290	1,11
<i>Salacia crassifolia</i>	7	41,42	0,72	30,77	1,33	0,037	1,240	1,10
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i>	11	65,09	1,14	30,77	1,33	0,023	0,770	1,08
<i>Plenckia populnea</i>	8	47,34	0,83	38,46	1,67	0,018	0,610	1,04
<i>Psidium laruotteanum</i>	5	29,59	0,52	38,46	1,67	0,025	0,860	1,01
<i>Tabebuia roseoalba</i>	22	130,18	2,28	7,69	0,33	0,010	0,350	0,99
<i>Anacardium occidentale</i>	11	65,09	1,14	30,77	1,33	0,006	0,210	0,89
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	5	29,59	0,52	23,08	1,00	0,033	1,110	0,88
<i>Casearia sylvestris</i>	6	35,50	0,62	38,46	1,67	0,010	0,330	0,87
<i>Styrax ferrugineus</i>	6	35,50	0,62	30,77	1,33	0,019	0,660	0,87
<i>Pouteria ramiflora</i>	5	29,59	0,52	23,08	1,00	0,029	0,980	0,83
<i>Annona crassiflora</i>	9	53,25	0,93	30,77	1,33	0,006	0,210	0,82
<i>Handroanthus ochraceus</i>	6	35,50	0,62	23,08	1,00	0,018	0,620	0,75
<i>Miconia albicans</i>	6	35,50	0,62	30,77	1,33	0,006	0,210	0,72
<i>Agonandra brasiliensis</i>	7	41,42	0,72	23,08	1,00	0,008	0,250	0,66
<i>Pouteria torta</i>	4	23,67	0,41	23,08	1,00	0,016	0,550	0,65
<i>Maprounea guianensis</i>	8	47,34	0,83	15,38	0,67	0,010	0,340	0,61
<i>Machaerium opacum</i>	5	29,59	0,52	15,38	0,67	0,017	0,560	0,58
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	7	41,42	0,72	15,38	0,67	0,002	0,050	0,48
<i>Guapira noxia</i>	3	17,75	0,31	23,08	1,00	0,002	0,070	0,46
<i>Erythroxylum deciduum</i>	7	41,42	0,72	7,69	0,33	0,009	0,300	0,45
<i>Miconia ferruginata</i>	4	23,67	0,41	15,38	0,67	0,008	0,250	0,45
<i>Annona nutans</i>	2	11,83	0,21	15,38	0,67	0,012	0,390	0,42
<i>Byrsonima pachyphylla</i>	2	11,83	0,21	15,38	0,67	0,011	0,370	0,42
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	2	11,83	0,21	15,38	0,67	0,012	0,380	0,42
<i>Annona tomentosa</i>	3	17,75	0,31	15,38	0,67	0,008	0,260	0,41
<i>Tachigali vulgaris</i>	3	17,75	0,31	7,69	0,33	0,016	0,540	0,39

Continua...

<i>Erythroxylum tortuosum</i>	2	11,83	0,21	15,38	0,67	0,006	0,200	0,36
<i>Eriotheca pubescens</i>	2	11,83	0,21	7,69	0,33	0,015	0,520	0,35
<i>Davilla elliptica</i>	2	11,83	0,21	15,38	0,67	0,005	0,180	0,35
<i>Brosimum gaudichaudii</i>	4	23,67	0,41	7,69	0,33	0,008	0,260	0,34
<i>Himatanthus obovatus</i>	2	11,83	0,21	15,38	0,67	0,004	0,130	0,33
<i>Dimorphandra mollis</i>	3	17,75	0,31	15,38	0,67	0,001	0,020	0,33
<i>Bowdichia virgilioides</i>	2	11,83	0,21	15,38	0,67	0,002	0,070	0,31
<i>Schwartzia adamantium</i>	2	11,83	0,21	7,69	0,33	0,011	0,370	0,30
<i>Guapira graciliflora</i>	2	11,83	0,21	7,69	0,33	0,007	0,230	0,26
<i>Mimosa clausenii</i>	1	5,92	0,10	7,69	0,33	0,009	0,310	0,25
<i>Banisteriopsis latifolia</i>	3	17,75	0,31	7,69	0,33	0,002	0,090	0,24
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	3	17,75	0,31	7,69	0,33	0,002	0,060	0,24
<i>Sterculia striata</i>	1	5,92	0,10	7,69	0,33	0,008	0,270	0,24
<i>Strychnos pseudoquina</i>	1	5,92	0,10	7,69	0,33	0,008	0,250	0,23
<i>Diospyros sericea</i>	2	11,83	0,21	7,69	0,33	0,002	0,090	0,21
<i>Protium heptaphyllum</i>	2	11,83	0,21	7,69	0,33	0,002	0,070	0,20
<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	1	5,92	0,10	7,69	0,33	0,004	0,130	0,19
<i>Citronella gongonha</i>	2	11,83	0,21	7,69	0,33	0,001	0,030	0,19
<i>Heteropterys escalloniifolia</i>	2	11,83	0,21	7,69	0,33	0,001	0,010	0,18
<i>Vochysia elliptica</i>	1	5,92	0,10	7,69	0,33	0,002	0,090	0,18
<i>Salacia elliptica</i>	1	5,92	0,10	7,69	0,33	0,002	0,080	0,17
<i>Acosmium dasycarpum</i>	1	5,92	0,10	7,69	0,33	0,002	0,060	0,17
<i>Leptolobium dasycarpum</i>	1	5,92	0,10	7,69	0,33	0,002	0,080	0,17
<i>Machaerium punctatum</i>	1	5,92	0,10	7,69	0,33	0,001	0,030	0,16
<i>Psidium myrsinites</i>	1	5,92	0,10	7,69	0,33	0,002	0,060	0,16
<i>Psidium australe</i>	1	5,92	0,10	7,69	0,33	0,002	0,040	0,16
<i>Dulacia candida</i>	1	5,92	0,10	7,69	0,33	0,002	0,040	0,16
<i>Parinari obtusifolia</i>	1	5,92	0,10	7,69	0,33	0,001	0,030	0,15
<i>Duguetia furfuracea</i>	1	5,92	0,10	7,69	0,33	0,000	0,010	0,15
<i>Physocalymma scaberrimum</i>	1	5,92	0,10	7,69	0,33	0,001	0,030	0,15
<i>Pterodon pubescens</i>	1	5,92	0,10	7,69	0,33	0,001	0,020	0,15
<i>Andira vermifuga</i>	1	5,92	0,10	7,69	0,33	0,000	0,010	0,15
Total	967	5.721,89	100	2.307,69	100	2,965	100	100

Apêndice 4. Composição florística do estrato lenhoso (EL) e regeneração (RG) amostrados no Cerrado sentido restrito degradado em Brasília-DF.

Família/Espécie	EL	RG
CALOPHYLLACEAE		
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.		X
CELASTRACEAE		
<i>Salacia elliptica</i> (Mart.) G.Don	X	
FABACEAE		
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	X	X
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	X	
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F.Macbr.	X	
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne.	X	
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit		X
<i>Machaerium opacum</i> Vogel	X	
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville		X
MALPIGHIACEAE		
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	X	
MALVACEAE		
<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.		X
OCHNACEAE		
<i>Ouratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill.	X	
SOLANACEAE		
<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	X	

Apêndice 5. Parâmetros fitossociológicos em ordem decrescente de Índice de Valor de Importância das espécies do estrato lenhoso amostradas no Cerrado sentido restrito degradado em Brasília-DF.

Espécie	Ni	DeA	DeR	FA	FR	DoA	DoR	IVI
<i>Dalbergia miscolobium</i>	32	35,556	66,67	88,89	40	0,415	70,63	59,1
<i>Machaerium opacum</i>	3	3,333	6,25	33,33	15	0,027	4,56	8,60
<i>Bowdichia virgilioides</i>	4	4,444	8,33	22,22	10	0,034	5,76	8,03
<i>Hymenaea stigonocarpa</i>	3	3,333	6,25	22,22	10	0,040	6,78	7,68
<i>Enterolobium gummiferum</i>	1	1,111	2,08	11,11	5	0,030	5,06	4,05
<i>Byrsonima coccolobifolia</i>	2	2,222	4,17	11,11	5	0,017	2,88	4,01
<i>Ouratea hexasperma</i>	1	1,111	2,08	11,11	5	0,018	2,98	3,35
<i>Solanum lycocarpum</i>	1	1,111	2,08	11,11	5	0,006	0,94	2,67
<i>Salacia elliptica</i>	1	1,111	2,08	11,11	5	0,002	0,42	2,50
Total	48	49	100	222,22	100	0,588	100	100

Apêndice 6. Parâmetros fitossociológicos em ordem decrescente de Índice de Valor de Importância das espécies do estrato regenerativo amostrados no Cerrado sentido restrito degradado, Brasília-DF.

Espécie	Ni	DeA	DeR	FA	FR	DoA	DoR	IVI
<i>Leucaena leucocephala</i>	1	25	20	25	20	0,039	23,88	21,29
<i>Luehea divaricata</i>	1	25	20	25	20	0,039	23,88	21,29
<i>Bowdichia virgilioides</i>	1	25	20	25	20	0,035	21,39	20,46
<i>Kielmeyera coriacea</i>	1	25	20	25	20	0,026	16,11	18,70
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	1	25	20	25	20	0,024	14,74	18,25
Total	6	125	100	125	100	0,163	100	100



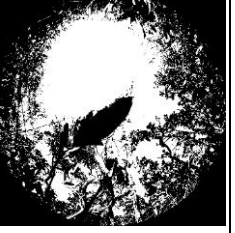


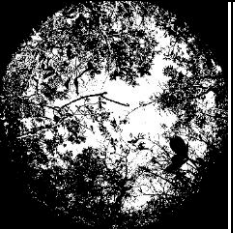
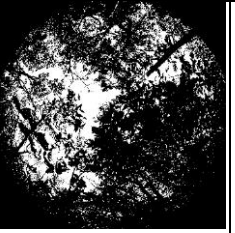

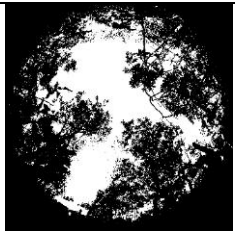
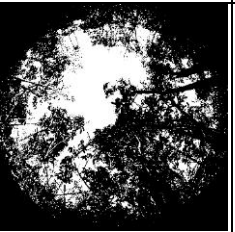
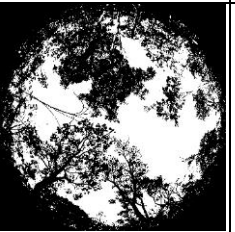
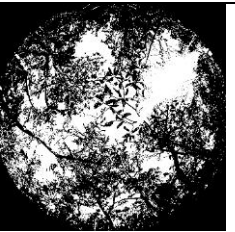
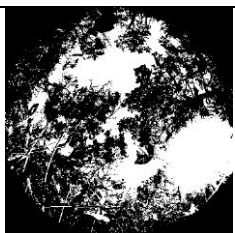

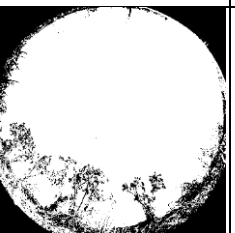
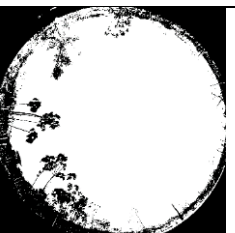
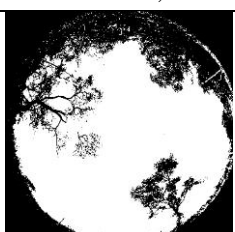
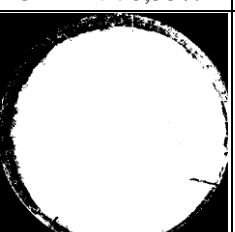
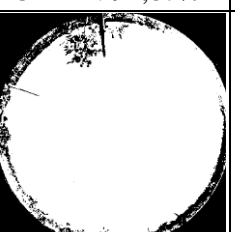

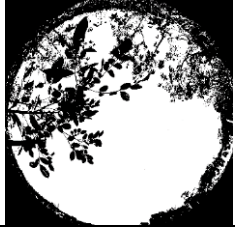
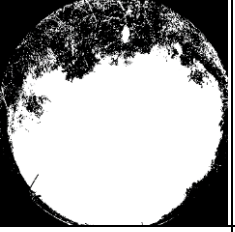


Apêndice 7. Abundância e riqueza das espécies de formigas capturadas em área de Cerrado sentido restrito conservado e degradado em Brasília-DF.

Espécies	Cerrado conservado													Total	Cerrado degradado										Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Dolichoderinae																									
<i>Azteca pr. Instabilis</i> (Smith, 1862)	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dorymyrmex</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8	0	11	10	18	4	37	0	0	0	0	80	
<i>Dorymyrmex</i> sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	0	1	0	25	
<i>Dorymyrmex</i> sp.3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Dorymyrmex</i> sp.4	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Linepithema</i> sp.1	2	3	1	0	0	2	3	1	0	0	0	0	11	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Linepithema</i> sp.2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Dorylinae																									
<i>Labidus</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ectatomminae																									
<i>Ectatomma brunneum</i> (Smith, 1858)	24	2	15	2	3	1	14	3	0	0	38	11	0	113	5	6	0	0	0	0	0	0	0	11	
<i>Ectatomma edentatum</i> (Roger, 1863)	1	7	0	2	1	3	0	0	6	8	23	0	4	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Ectatomma planidens</i> (Borgmeier, 1939)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Gnamptogenys acuminata</i> (Emery, 1896)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Formicinae																									
<i>Brachymyrmex</i> sp.1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Camponotus arboreus</i> (Smith, 1858)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Camponotus balzani</i> (Emery, 1894)	4	3	1	0	2	1	0	1	2	2	7	0	0	23	5	0	0	5	0	5	0	0	0	27	
<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775)	0	2	7	4	3	3	2	9	9	9	7	0	7	62	0	0	4	0	0	0	0	0	0	4	
<i>Camponotus pr. trapezoideus</i> (Mayr, 1870)	1	0	3	0	0	0	2	3	1	1	13	0	0	24	4	0	0	0	4	0	0	0	5	13	
<i>Camponotus</i> sp.1	11	5	7	3	4	0	8	0	23	0	4	0	4	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Camponotus</i> sp.2	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Camponotus</i> sp.3	0	1	4	3	8	0	4	6	3	0	0	0	4	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Camponotus</i> sp.4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Nylanderia</i> sp.1	0	3	0	0	0	1	1	4	0	0	4	0	4	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Myrmicinae																									
<i>Atta</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Cephalotes atratus</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Cephalotes maculatus</i> (Smith, 1876)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Cephalotes pusillus</i> (Klug, 1824)	1	1	27	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Continua...

<i>Crematogaster quadriformis</i> (Roger, 1863)	3	0	0	0	11	0	0	2	2	12	19	7	0	56	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Mycetophylax lectus</i> (Forel, 1911)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Mycocepurus goeldii</i> (Forel, 1893)	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pheidole camptostela</i> (Kempf, 1972)	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pheidole gertrudae</i> (Forel, 1886)	1	0	0	3	0	45	9	70	0	0	0	4	1380	1512	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pheidole oxyops</i> (Forel, 1908)	0	1	7	1	17	0	5	6	6	16	4	91	15	169	8	13	16	0	0	0	0	0	0	0	0	37
<i>Pheidole radoszkowskii</i> (Mayr, 1884)	7	6	9	12	12	0	0	3	4	0	18	0	6	77	9	0	4	0	0	4	0	0	0	0	0	17
<i>Pheidole</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5
<i>Pheidole</i> sp.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	6
<i>Pheidole</i> sp.3	0	0	7	0	7	0	6	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7
<i>Pheidole</i> sp.4	3	0	0	2	0	0	1	9	2	4	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pheidole</i> sp.5	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solenopsis gr. geminata</i> (Frabricius, 1804)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	5	0	0	0	0	0	0	0	9
<i>Solenopsis geminata</i> (Frabricius, 1804)	0	1	1	3	0	13	0	5	0	0	0	0	0	23	0	0	31	4	8	0	7	5	0	1	56	
<i>Solenopsis</i> sp.1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solenopsis</i> sp.2	0	0	0	2	0	0	0	1	0	40	0	0	0	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solenopsis</i> sp.3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Solenopsis</i> sp.4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trachymyrmex</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ponerinae																										
<i>Anochetus</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dinoponera australis</i> (Emery, 1901)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Neoponera apicalis</i> (Latreille, 1802)	1	1	3	3	4	0	2	3	2	0	0	8	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pachycondyla striata</i> (Smith, 1858)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pseudomyrmecinae																										
<i>Pseudomyrmex termitarius</i> (Smith, 1855)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4
<i>Pseudomyrmex</i> sp.1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Densidade total	68	43	94	49	77	73	59	148	83	94	137	125	1441	2.491	37	30	65	32	16	46	35	11	1	25	307	
Riqueza	16	17	15	17	15	11	14	22	15	10	10	10	10		7	3	5	4	3	3	3	2	1	4		

Apêndice 8. Fotografias hemisféricas e abertura de dossel das parcelas capturadas em área de Cerrado sentido restrito conservado e degradado em Brasília-DF.

			
CC - P1: 44,57%	CC - P2: 67,76%	CC - P3: 53,5%	CC - P4: 46,81%
			
CC - P5: 61,38%	CC - P6: 44,96%	CC - P7: 29,07%	CC - P8: 50,31%
			
CC - P9: 42,4%	CC - P10: 38,05%	CC - P11: 52,17%	CC - P12: 46,51%
			
CC - P13: 43,78%	CI - P1: 78,33%	CI - P2: 92,87%	CI - P3: 89,28%
			
CI - P4: 74,20%	CI - P5: 91,57%	CI - P6: 93,70%	CI - P7: 90,36%
			
CI - P8: 69,7%	CI - P9: 77,26%	CI - P10: 78,79%	

Apêndice 9. Resultado das análises de solo realizadas em parcelas da área de Cerrado sentido restrito conservado e degradado em Brasília-DF.

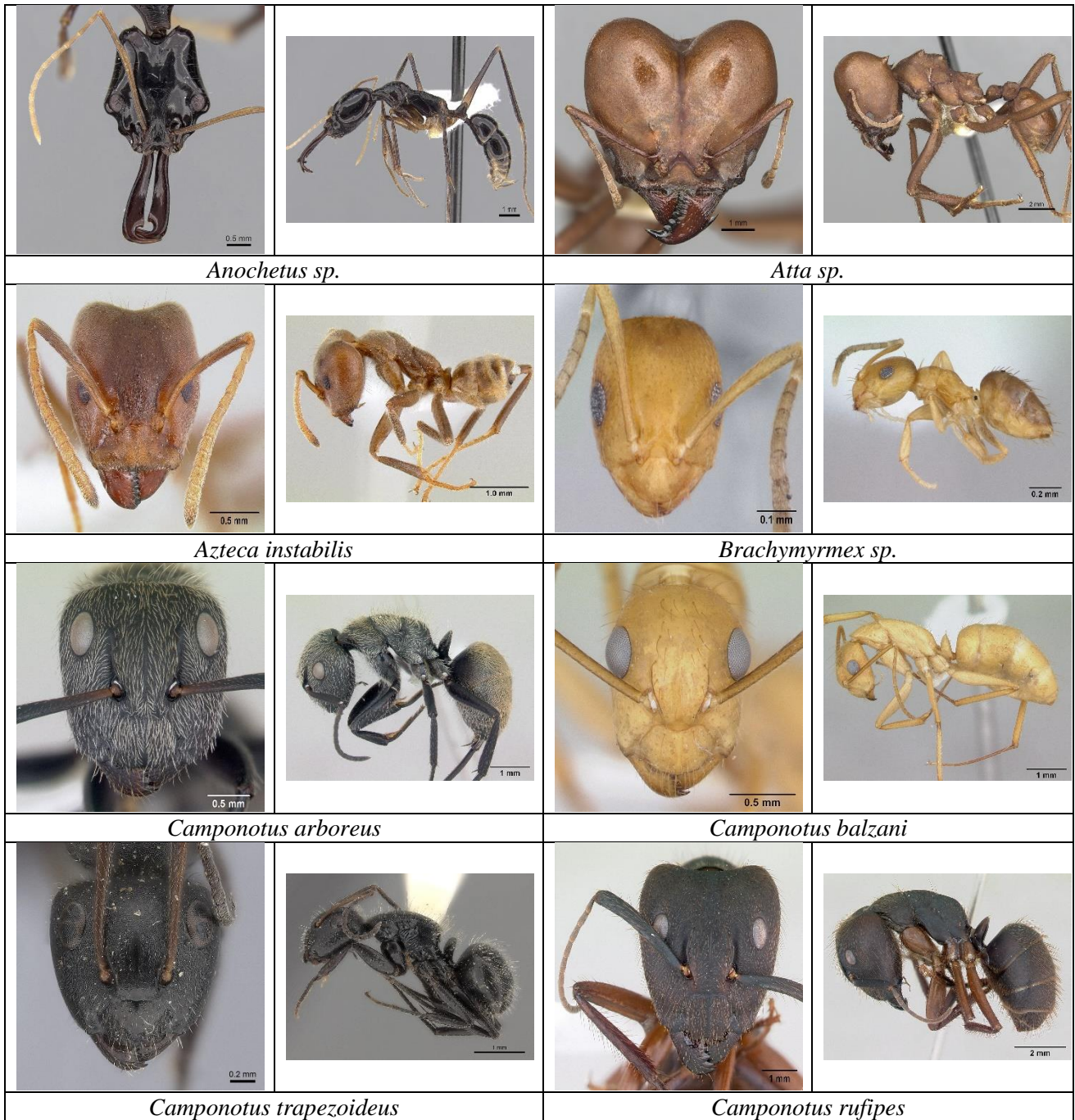
CERRADO CONSERVADO																						
P	Prof.	pH	S	MO	Carb.	P	K	Ca	Mg	Al	H+AL	CTC	V%	Argila	Silte	Areia	Na	Zn	B	Cu	Fe	Mn
			(mg/dm ³)	(g/dm ³)	Textura (g/kg)													Micronutrientes				
1	0-20	4	5	25	14,50	1,8	12,4	0,2	0,1	0,5	5,5	5,85	6,02	650	110	240	5,1	0,8	0,23	0,8	39	1,8
	20-40	4	3,4	25	12,76	0,5	10,8	0,2	0,1	0,3	4,6	4,95	7,02	670	120	210	4	0,6	0,19	0,4	27,1	1,0
2	0-20	4	6,4	25	14,50	1,5	15,5	0,2	0,1	0,4	5,9	6,26	5,75	630	110	260	4,6	0,3	0,28	0,4	35,6	1,0
	20-40	4	4,2	25	11,60	0,8	10,9	0,2	0,1	0,3	5,1	5,45	6,44	670	120	210	4,8	0,3	0,23	0,6	30,9	0,6
3	0-20	4	3,4	29	16,82	1,5	16,6	0,3	0,2	0,5	4,0	4,56	12,32	650	110	240	5	0,4	0,23	0,9	35,3	2,4
	20-40	4	3,4	25	14,50	0,5	10,5	0,2	0,1	0,3	4,7	5,05	6,92	700	120	180	4,5	0,3	0,33	0,7	24,7	1,5
4	0-20	3,9	5,0	26	15,08	1,2	16,6	0,2	0,1	0,7	5,7	6,07	6,05	660	120	220	6,3	0,3	0,08	0,6	38,6	1,3
	20-40	3,9	4,2	24	13,92	0,5	10,4	0,2	0,1	0,3	4,9	5,25	6,70	710	110	180	5	0,3	0,08	0,4	30	2,9
5	0-20	4	5,0	27	15,66	1,0	10,7	0,3	0,2	0,5	3,8	4,35	12,71	650	120	230	5,3	0,3	0,23	0,8	40	3,2
	20-40	3,9	2,8	25	14,50	0,5	10,5	0,2	0,1	0,4	5,0	5,35	6,52	750	130	120	4,4	0,2	0,19	0,5	31	3,0
6	0-20	3,9	5,6	27	15,66	1,2	10,3	0,2	0,1	0,7	4,6	4,95	7,08	650	110	240	4,7	0,3	0,08	0,5	44,1	2,9
	20-40	3,9	2,8	24	13,92	0,5	10,5	0,2	0,1	0,3	3,6	3,95	8,85	680	120	200	4,5	0,3	0,08	0,5	29,2	2,2
7	0-20	4	4,2	31	17,98	1,0	10,3	0,2	0,1	0,5	3,7	4,05	8,69	710	100	190	5,1	0,2	0,14	0,6	28,9	2,0
	20-40	4	2,0	29	16,82	0,5	10,2	0,3	0,1	0,3	2,9	3,45	15,95	750	110	140	4,7	0,5	0,37	0,7	28,3	3,9
8	0-20	4	3,4	28	16,24	1,2	10,8	0,2	0,1	0,4	4,8	5,16	6,91	710	120	170	6,1	0,3	0,43	0,5	36,4	4,7
	20-40	4	3,4	25	14,50	0,5	10,8	0,3	0,2	0,3	2,5	3,05	18,10	680	110	210	5,1	0,5	0,33	0,6	25,8	0,6
9	0-20	3,9	2,8	28	16,24	0,8	14,1	0,2	0,1	0,5	4,0	4,36	8,34	700	110	190	5,5	1,0	0,53	0,3	39,2	2,5
	20-40	4	2,0	22	12,76	0,5	10,9	0,2	0,1	0,2	2,8	3,15	11,18	710	120	170	5,1	0,5	0,43	0,3	26,5	0,3
10	0-20	4,1	2,8	29	16,82	1,2	10,6	0,2	0,1	0,5	3,5	3,85	9,11	680	110	210	4,8	0,3	0,37	0,7	32,3	0,3
	20-40	4,0	1,2	26	15,08	0,5	10,7	0,2	0,1	0,2	3,0	3,35	10,55	700	120	180	5,4	0,8	0,19	0,2	24,1	1,6
11	0-20	4	4,9	29	14,91	1,20	10,80	0,2	0,2	0,4	5,7	4,21	8,59	630	110	240	5,4	0,3	0,16	0,5	26,7	1,4
	20-40	4	4,1	27	16,87	0,5	10,30	0,3	0,1	0,3	4,9	5,32	15,35	670	120	180	4,6	0,3	0,39	0,5	26,3	3,0
12	0-20	4	6,3	39	13,85	1,20	14,30	0,2	0,1	0,5	3,8	4,65	6,91	650	110	220	4,8	0,3	0,45	0,6	29,3	3,2
	20-40	3,9	4,1	6,3	17,46	0,80	12,60	0,3	0,1	0,3	5,0	3,65	17,10	700	120	180	4,5	0,2	0,35	0,7	29,4	2,9
13	0-20	4	4,9	29	15,27	1,50	15,90	0,2	0,1	0,7	4,6	6,07	8,54	660	110	230	5,1	0,3	0,58	0,5	31,6	3,0
	20-40	4	2,8	25	12,59	0,80	10,80	0,2	0,1	0,3	3,6	5,25	11,08	710	120	120	4,7	0,3	0,47	0,6	28,9	2,2

CERRADO DEGRADADO																						
1	0-20	4,7	81,1	17	9,86	374	57,6	2,8	1,1	0,1	4	8,08	50,55	600	110	290	8	15,7	0,33	4	152	4,8
	20-40	5,4	53,8	15	8,7	145	44,7	3,1	1	0,0	1,9	6,13	69,06	610	120	270	5,4	13,8	0,58	2,3	89,3	3,5
2	0-20	4,6	52,2	21	12,18	160	53,7	2,6	0,9	0,2	3	6,68	55,04	570	100	330	8,4	12,7	0,43	2	82,1	1,9
	20-40	5,6	15,8	16	9,28	150	44,7	2,7	0,9	0,0	2	5,75	65,23	620	120	260	9,4	13,5	0,74	1,7	78,8	3,3
3	0-20	4,5	81,1	23	13,34	670	119,8	3,4	1,7	0,2	4,1	9,64	57,47	550	100	350	30	30,2	0,28	3,1	175	1,7
	20-40	4,5	46,7	13	7,54	155	67,1	1,6	0,9	0,2	2,7	5,46	50,49	610	120	270	20	10,9	0,53	1,7	81,8	2,8

Continua...

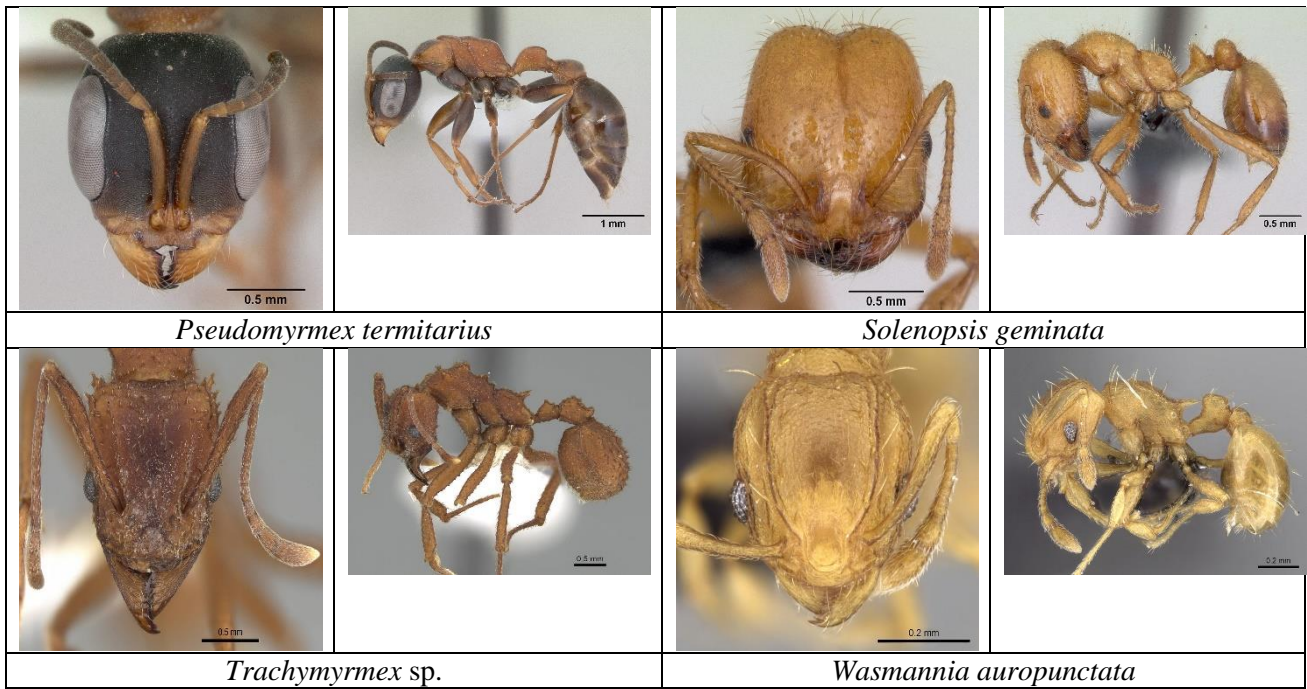
4	0-20	4,8	28,1	19	11,02	145	56,9	2,1	1,1	0,1	2,4	5,81	58,70	630	120	250	14	11	0,33	2	90,3	2,2
	20-40	5	15,0	14	8,12	50	25	1,4	0,7	0,0	2,1	4,31	51,22	640	130	230	11	6,6	0,90	0,7	52,3	1,3
5	0-20	4,7	25,0	15	8,70	250	55,7	2,1	0,8	0,1	3,6	6,69	46,21	570	120	310	11,9	14,3	0,33	2,2	124	2,8
	20-40	5,2	8,7	9	5,22	100	32,4	1,2	0,5	0,0	2,2	4,02	45,34	630	130	240	9,9	9,9	0,04	1	56,2	1,2
6	0-20	4,5	70,7	23	13,34	920	123,7	4,4	1,9	0,2	3,9	10,6	63,35	470	100	430	29,4	35,3	0,23	3,2	239	2,7
	20-40	4,4	45,3	9	5,22	230	74,3	2,5	1,2	0,2	3,1	7,10	56,32	570	120	310	25,1	15,1	0,19	2,4	123	4,2
7	0-20	3,8	91	28	16,24	740	107,6	2,4	0,9	0,6	5,3	8,95	40,84	460	100	440	17,3	28	0,53	4,5	211	4,8
	20-40	3,7	40,3	18	10,44	267	52,9	1,1	0,4	0,6	3,1	4,77	35,11	590	120	290	8	11,9	0,79	3,4	121	4,7
8	0-20	3,7	110	21	12,18	640	79,9	2,2	0,7	1	5,8	8,95	35,19	420	100	480	11,4	25,6	0,48	3,9	167	6,1
	20-40	3,5	72,7	20	11,60	374	66,1	2,3	0,6	0,9	6,6	9,71	32,01	470	110	420	8,8	18,7	0,08	3,8	123	4,8
9	0-20	3,8	78,7	22	12,76	434	76,1	2,4	0,7	1	3,9	7,23	46,10	400	100	500	9,9	29,1	0,08	4	174	4,0
	20-40	5,0	70,7	18	10,44	100	32,7	1,8	0,5	0,0	1,7	4,11	58,59	480	110	410	6,5	11,5	0,19	1,9	80,1	2,3
10	0-20	4,9	28,8	19	11,5	145	56,9	2,4	1,4	0,1	2,6	5,81	58,7	630	120	250	14	11	0,33	2,0	91,3	2,7
	20-40	5,0	15,3	15	8,17	62	25	1,6	0,9	0,0	2,1	4,31	51,22	640	130	230	11	6,6	0,90	0,7	53,3	1,6

Apêndice 10. Espécies de formigas encontradas no Cerrado sentido restrito conservado e degradado, em vista frontal da cabeça e lateral.









Imagens AntWeb (<https://www.antweb.org>). *As imagens dos gêneros foram utilizadas somente para caracterizar, pois, os mesmos não foram identificados em nível de espécie.