

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E
CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS

**DIVERSIDADE E COMPOSIÇÃO DE PLANTAS LENHOSAS
EM ÁREAS DE REGENERAÇÃO NATURAL EM CAMPOS
DE MURUNDUS**

Ana Carolina Costa Santos

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E
CONSERVAÇÃO DE RECURSOS NATURAIS

**DIVERSIDADE E COMPOSIÇÃO DE PLANTAS LENHOSAS
EM ÁREAS DE REGENERAÇÃO NATURAL EM CAMPOS
DE MURUNDUS**

Ana Carolina Costa Santos

Orientador: Dr. Jean Carlos Santos
Co-orientadora: Dr^a. Wanessa Rejane de
Almeida

Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia da
Universidade Federal de Uberlândia (UFU) como
requisito para a obtenção do título de mestre em
Ecologia e Conservação dos Recursos Naturais.

Uberlândia, MG
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

S237d
2018

Santos, Ana Carolina Costa, 1990-

Diversidade e composição de plantas lenhosas em áreas de regeneração natural em campos de murundus / Ana Carolina Costa Santos. - 2018.

93 f. : il.

Orientador: Jean Carlos Santos.

Coorientadora: Wanessa Rejane de Almeida.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.1307>

Inclui bibliografia.

1. Ecologia - Teses. 2. Cerrados - Teses. 3. Plantas dos cerrados - Teses. 4. Florestas - Teses. I. Santos, Jean Carlos. II. Almeida, Wanessa Rejane de. III. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. IV. Título.

CDU: 574

Ana Carolina Costa Santos

**DIVERSIDADE E VARIAÇÕES SUCESSIONAIS DE
PLANTAS LENHOSAS EM ÁREAS DE REGENERAÇÃO
NATURAL EM CAMPOS DE MURUNDUS**

Dissertação apresentada ao Instituto de Biologia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) como requisito para a obtenção do título de mestre em Ecologia e Conservação dos Recursos Naturais.

em 22 de fevereiro de 2018

Prof. Dr. Marco Antônio Alves Carneiro – UFOP

Prof. a. Dr. a. Helena Maura Torezan Silingardi – UFU

Prof. Dr. Jean Carlos Santos (Orientador) – UFU

Uberlândia
Fevereiro - 2018

“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito”.

Chico Xavier

Agradecimentos

Agradeço à minha família, principalmente minha mãe, pelo apoio na escolha da profissão e compreensão pelos momentos de ausência que foram consequências dessa escolha.

Agradeço a meus amigos, especialmente meu namorado, que me deram força e apoio emocional para concluir mais este projeto.

Agradeço às meninas da secretaria Helena, Luiza, Érika e ao professor Kleber, do Instituto de Biologia, pela compreensão, auxílio e amizade durante as minhas coletas. Ao seu Gilberto, que nos acompanhou tanto aos campos que já conhecia as áreas melhor do que eu. Ao professor Glein, que mesmo estando aposentado, nos auxiliou na identificação das plantas brilhantemente.

Ao pessoal do Herbário, que me deram apoio e suporte para coleta e armazenamento do material coletado.

Agradeço especialmente à Hellen, Michelle, Denise, Ângelo, Gabriella e Larissa pelos longos dias de coleta e identificações.

Agradeço especialmente ao meu orientador Jean Carlos Santos e minha co-orientadora Wanessa Rejane Almeida, pois sem o auxílio, paciência e persistência eu não teria conseguido concluir este projeto.

À FAPEMIG, FAU-UFU e DURATEX pelo apoio financeiro durante todos esses anos; E ao programa de mestrado pelos crescimentos pessoal e profissional gerados nesses dois anos e a todos que me ajudaram dentro do mestrado em Ecologia.

Muito obrigada!

Sumário

Resumo	iii
Abstract	iv
Introdução Geral	5
Referências bibliográficas.....	9
Capítulo 1	13
1. Introduction	17
2. Results	18
3. Discussion.....	22
5. References.....	26
6. Tables and Figure legends.....	33
Capítulo 2	52
1. Introdução	55
2. Material e Métodos.....	58
3. Resultados	62
4. Discussão.....	72
5. Referências bibliográficas	79
Conclusão Geral.....	89

Resumo

Santos, A.C.C.S. 2018. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. UFU. Uberlândia-MG. 93p.

O bioma Cerrado tem enfrentado uma crise de biodiversidade, com a exploração intensa e descontrolada, contribuindo para a descaracterização desse bioma. Fitofisionomias umidas do cerrado, como os campos de murundus, são áreas mais sensíveis às perturbações geradas pela degradação ambiental. Dessa forma, este estudo buscou avaliar a composição de espécies vegetais e o processo de regeneração natural em áreas de campos de murundus que foram abandonadas a cerca de 20 anos. Para isso, foram estabelecidas 40 parcelas permanentes de 50x20 m em áreas de regeneração e coletamos as plantas com diâmetro de altura do solo, medido a 30 cm do solo, maior ou igual a 1 cm e altura de 0,5 metros. Esta dissertação está dividida em dois capítulos, no primeiro capítulo, avaliamos a composição, história de vida, fitossociologia, endemismo e conservação de espécies de vegetação nas áreas de campos de murundus. Foram registrados 155 espécies, 69 gêneros e 38 famílias. A maioria das espécies encontradas são dispersas por animais. Não foram encontradas espécies endêmicas aos campos de murundus. E por fim, os parâmetros fitossociológicos coincidiram com os esperados para áreas em processo de regeneração. No segundo capítulo, quatro níveis de regeneração foram avaliados a fim de verificar a composição de espécies, averiguar a existência de diferentes níveis de regeneração, descrever os parâmetros fitossociológicos dessas áreas e verificar se existem diferenças na riqueza e abundância das espécies vegetais em gradientes de regeneração natural em campos de murundus, imersos em uma área de silvicultura. Observou-se que a composição de espécies difere entre os níveis de regeneração. Os valores de abundância de indivíduos e riqueza de espécies, também, diferem entre os níveis de regeneração. Os componentes de estrutura de comunidade, densidade, frequência e dominância relativa, variaram positivamente em relação ao nível de regeneração. As curvas de acumulação de espécies mostraram que ainda existe uma grande possibilidade de incremento no número de espécies, para todas as áreas. O ranking de abundância mostrou que os níveis mais basais de regeneração tiveram maior dominância de espécies abundantes, e os graus mais avançados obtiveram uma distribuição de espécies mais equilibrada. A ordenação por escalonamento dimensional não métrico mostrou que houve separação na composição taxonômica das espécies plantas entre os níveis de regeneração avaliados. Foram encontradas 33 espécies indicadoras de regeneração em apenas dois níveis de regeneração. Os dados aqui encontrados mostraram a importância de estudos sobre a composição florística e parâmetros fitossociológicos de áreas de regeneração em fitofisionomias de áreas úmidas, como os campos de murundus, e também, a importância da avaliação de áreas em processo de regeneração natural para a conservação de espécies vegetais.

Palavras-chave: Cerrado, vegetação do cerrado, perturbação, sucessão ecológica, silvicultura.

Abstract

Santos, A.C.C. 2018. MSc. Thesis. UFU. Uberlândia-MG. 93p.

The Cerrado biome faces a biodiversity crisis, with intense and uncontrolled exploitation, contributed to the decharacterization of this biome. Humid phytophysiognomies of the cerrado, like the murundus fields, are very sensitive to the disturbances generated by environmental degradation. Thus, this study sought to evaluate a composition of plant species and natural regeneration process in areas of murundus fields that were abandoned about 20 years ago. We established 40 permanent plots of 50x20 m where all live shrub-arboreal plants with trunk diameter at the base of ≥ 1 cm and height > 0.5 m were identified. This dissertation was divided in two chapters. The first chapter evaluated composition, life history, phytosociology, endemism and conservation of vegetation species in the areas of murundus fields. We recorded 155 species, 69 genera and 38 families. Animals disperse most of the species found. No endemic species were found in the murundus fields. Finally, the phytosociological parameters coincided with those expected for areas undergoing regeneration. The second chapter, evaluated four levels of regeneration in order to verify the composition of species, to verify the existence of different levels of regeneration, to describe the phytosociological parameters, specific areas and to verify if there is richness and abundance of the vegetal species in regeneration gradients in murundus fields, immersed in an area of sylviculture. We found that a species composition differs between regeneration levels. The values of abundance of individual and species richness differ between levels of regeneration. The community structure components, density, frequency and relative dominance, varied positively in relation to the level of regeneration. The curves of accumulation of species presented, there is still a great possibility of expansion, there are no number of species, for all areas. The ranking of abundance showed that the most basal levels of regeneration had greater dominance of abundant species, and the most advanced degrees obtained a more balanced distribution among species. The Nonmetric multidimensional scaling ordering showed that there was separation in the taxonomic composition of the plant species between the levels of regeneration. We found 33 indicator of regeneration species in only two levels of regeneration. The data here found showed the importance of studies on the floristic composition and phytosociology of regeneration areas in vegetation types of wetlands, such as murundus fields. In addition, is important one evaluation about areas in process of natural regeneration for conservation of vegetal species.

Keywords: Cerrado, cerrado vegetation, disturbance, ecological sucessional, sylviculture

Introdução Geral

O bioma Cerrado é uma região de savana composta basicamente por herbáceas, arbustivas e arbóreas em densidades variáveis (Klink & Machado 2005). Este bioma acomoda 16 mil espécies de plantas, animais e fungos (Ratter *et al.* 1997), contabilizando cerca de 12.000 espécies de plantas (árvores, arbustos, lianas e herbáceas) (Mendonça *et al.* 2008). Além disso, é o segundo maior bioma do Brasil, ocupando 23% do território nacional, abrangendo 17 estados: Goiás, Tocantins, Distrito Federal, Bahia, Ceará, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí, Rondônia, São Paulo, Amapá, Pará, Roraima, Pará e Paraná (Ribeiro & Walter 1998; Rocha *et al.* 2015). É dividido em 11 fitofisionomias: mata ciliar, mata de galeria, mata seca, cerradão, cerrado sentido restrito, parque cerrado (campos de murundus), palmeiral, vereda, campo sujo, campo rupestre e campo limpo (Ribeiro & Walter 1998). Além disso, o cerrado é um *Hotspot* de biodiversidade, por abrigar espécies endêmicas da região e ter, em média, 55% da sua área original desmatada por atividades antrópicas (Fichino *et al.*, 2016; Machado *et al.*, 2004; Myers *et al.* 2000).

A devastação deste bioma tem sido gerada por perturbações ou degradações ambientais, e está associada principalmente ao uso da terra para plantio e pecuária (Ratter *et al.*, 2003). Em muitos casos, as terras são abandonadas e deixadas para regeneração natural, porém, fatores como clima, qualidade do solo e efeitos antrópicos não fornecem boas condições para o recrutamento das espécies nativas, interferindo assim na capacidade de regeneração do local (Pires de Mello Ribeiro & Felfili 2009). Nessas áreas, o recrutamento de novas espécies depende do banco de sementes, que pode já ser existente na área e de sementes dispersas por animais ou pelo vento (Chazdon 2012). Portanto, avaliar as condições

de regeneração natural de uma determinada área é de crucial importância para conservação e manejo destas áreas, pois esta avaliação pode fornecer informações sobre medidas de manejo e formas mais adequadas para recuperação de áreas degradadas.

Plantações florestais homogêneas se tornaram um problema para conservação de áreas nativas por interferirem diretamente nas comunidades vegetais, fragmentando habitats e aumentando as chances de extinção e de isolamento reprodutivo, perturbando o equilíbrio das comunidades vegetais (Pereira-Soares & Ferreira-Nunes 2013). Assim, é de fundamental importância a preservação de áreas com vegetação nativa de Cerrado próximas a áreas de cultivos florestais. Estas áreas de cerrado nativo podem favorecer a colonização de espécies nativas no sub-bosque de reflorestamento florestais, o que aumenta a riqueza de espécies e a variedade de nichos que podem ser ocupados por outras espécies (Neri *et al.* 2005), agindo como conectores dos fragmentos de vegetação nativa através da reprodução e dispersão de espécies de plantas.

A regeneração natural, que é a formação de vegetação secundária em áreas que sofreram perturbações, é um evento comum no Cerrado (Pereira-Soares & Ferreira-Nunes 2013). Áreas em regeneração servem de habitat para diversas espécies nativas e podem compensar emissões de carbono globais por serem grandes consumidores de gás carbônico (Chazdon 2012; Poorter 2016). Além disso, à medida que uma área regenera, existe um incremento da diversidade de espécies, e consequentemente de teias alimentares e nichos para ocupar (Chazdon 2012). Vários fatores podem interferir nas taxas de regeneração, tais como: o tipo uso anterior da terra, a proximidade com florestas nativas, a fauna presente nas áreas em regeneração (Chazdon *et al.* 2007), a qualidade do solo, textura, nutrientes, o banco de sementes e as condições pós-distúrbio (Chazdon 2003, 2008).

As fitofisionomias de áreas úmidas do bioma Cerrado, como as veredas, os brejos e os campos de murundus, constituem ecossistemas complexos e frágeis. A complexidade desses ecossistemas é devido à íntima relação da fauna e da flora com este tipo de ambiente, por exemplo, para a reprodução, alimentação e dispersão das espécies, gerando interações ecológicas únicas e importantes para estes ecossistemas (Gibbs 2000, Mitsch & Gosselink 2000). Além disso, estas áreas úmidas estão ameaçadas pela expansão agrícola e pecuária, que promovem a descaracterização desta paisagem através da erosão e de mudanças físico-químicas no solo (Ratter *et al.* 2003; Ewin 2012). Outro problema é a legislação, por exemplo, as veredas são protegidas pela legislação por serem consideradas áreas de preservação permanente (Brasil 2012). Contudo, áreas de campos de murundus, as quais também são áreas úmidas, não possuem legislação específica e são frequentemente escolhidas para atividade agrícola por apresentarem solos mais férteis e maior disponibilidade de água (Rosolen *et al.* 2015).

Os campos de murundus são caracterizados por apresentar montículos de forma circular ou elíptica, que podem ser originados de forma biótica, por ação de cupins, ou abiótica, por formações geomorfológicas e hidrológicas e geralmente associados a hidrologia da região (Rosolen *et al.* 2015). A literatura nos mostra que os campos de murundus são responsáveis por agregar uma diversidade de fauna e flora endêmicas, estarem relacionados à estocagem de carbono, à regulagem de fluxo hídrico, filtragem e retenção de sedimentos e contaminantes, dentre outros serviços ecossistêmicos (Gibbs 2000). Porém, ainda carece de conhecimento sobre a biodiversidade local, o entendimento da distribuição dos organismos, pois a interação entre eles é de fundamental importância para o estabelecimento de políticas de conservação (Rosolen *et al.* 2015). Portanto, estudos que englobem o levantamento da florística e fitossociologia de campos de murundus são necessários, embora, estudos sobre

campos de murundus sejam mais comuns no Pantanal (Marimon *et al.* 2012; Santos *et al.* 2015), de fato, existem poucos estudos que abrangem a fitofisionomia campos de murundus no cerrado (De-Cássia-Silva 2016; Resende *et al.* 2004). Assim essa dissertação busca preencher essa lacuna de conhecimento, acrescentando informações sobre a composição florística e a avaliação de campos de murundus em regeneração natural em uma área abandonada por cerca de 20 anos. Esta dissertação está dividida em dois capítulos. O Capítulo 1, intitulado “Floristic endemism and conservation of woody vegetation in murundus fields”, abordará os seguintes objetivos: (i) inventariar espécies de plantas vasculares em campos murundus de Cerrado localizados em Minas Gerais, no sudeste do Brasil; (ii) determinar os padrões sobre a história da vida (dispersão, categorias sucessionais e formas de vida); (iii) coletar dados em uma estrutura comunitária; (iv) taxas de endemismo; e (v) a importância dessas áreas para a conservação. O Capítulo 2, intitulado “Florística, composição taxonômica e diversidade de espécies lenhosas ao longo de gradientes de regeneração natural de campos de murundus”, abordará os seguintes objetivos: (i) verificar a composição de espécies, riqueza e abundância florística existente nos campos de murundus de Cerrado, imersos em uma área de silvicultura; e (ii) descrever parâmetros fitossociológicos das áreas avaliadas em relação aos gradientes de regeneração natural. As hipóteses associadas a este capítulo são: (a) existem diferentes níveis de regeneração das áreas amostradas; (b) há diferença entre a riqueza de espécies; e (c) existem diferentes abundâncias de acordo com os gradientes de regeneração natural.

Referências bibliográficas

Brasil 2012. National report on the implementation of the Ramsar Convention on Wetlands- National report to be submitted on the 11th Meeting of the Conference of the Contracting Parties, Romania.

Chadzon RL. 2003. Tropical forest recovery: legacies of human impact and natural disturbances. *Perspectives in Plant Ecology, evolution and systematics* 6: 51-71.
<https://doi.org/10.1078/1433-8319-00042>

Chazdon RL. 2008. Chance and determinism in tropical forest succession. in W. Carson, and S. A. Schnitzer, (eds). *Tropical forest community ecology*. Wiley-Blackwell Publishing, Oxford, United Kingdom. p 384–408

Chadzon RL. 2012. Regeneração de florestas tropicais Tropical forest regeneration. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi de Ciencias Naturais*, 7, 195-218.

Chadzon RL, Letcher SG, Van Breugel M, Martínez-Ramos M, Bongers F, Finegan, B. 2007. Rates of change in tree communities of secondary Neotropical forests following major disturbances. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 362: 273-289.

<https://doi.org/10.1098/rstb.2006.1990>

De-Cássia-Silva C, Arruda DM, Fonseca RS. 2006 Relação espécie-área em campos de murundus com diferentes históricos de perturbação/Species-area relationship in earth mounds with different historical disturbance. *Revista de Biologia Neotropical* 13: 250-260.

<https://doi.org/10.5216/rbn.v13i1.36705>

Ewing JM, Vepraskas MJ, Broome SW, White JG. 2012. Changes in wetland soil morphological and chemical properties after 15, 20, and 30 years of agricultural production. *Geoderma* 179: 73-80. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2012.02.018>

Fichino, B. S., Dombroski, J. R., Pivello, V. R., Fidelis, A., 2016. Does fire trigger seed germination in the Neotropical Savannas? Experimental tests with six Cerrado species. *Biotropica*, 48 181-187.

<https://doi.org/10.1111/btp.12276>

Gibbs JP. 2000. Wetland loss and biodiversity conservation. *Conservation biology*, 14: 314-317.

<https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.98608.x>

Klink CA, Machado RB. 2005. Conservation of the Brazilian cerrado. *Conservation biology* 19: 707-713.

<https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00702.x>

Machado RB, Ramos-Neto MB, Harris MB, Lourival R, Aguiar LMS. 2004. Análise de lacunas de proteção da biodiversidade no Cerrado. In *Anais IV Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação* 29-38.

Marimon BS, Marimon-Junior BH, Mews HA, Jancoski HS, Franczak DD, Lima HS, Lenzi E, Rossetti AN, Moresco MC. 2012. Floristics of floodplain'murundus' of the Pantanal of Araguaia, Mato Grosso, Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 26: 181-196.
<https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000100018>

Mendonça RC, Felfili JM, Walter BMT, Silva-Júnior MD, Rezende AV, Filgueiras-Nogueira PE. 2008. "Flora Vascular do Cerrado". In: Sano SM e Almeida SP (eds.). *Cerrado: ambiente e flora*. EMBRAPA Cerrados, Planaltina, Brasil, p.288-556.

Mitsch WJ, Gosselink JG. 2000. The value of wetlands: importance of scale and landscape setting. *Ecological economics* 35: 25-33.

[https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(00\)00165-8](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(00)00165-8)

Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Da-Fonseca GA, Kent J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853.

<https://doi.org/10.1038/35002501>

Neri AV, Campos ED, Duarte TG, Meira Neto JAA, Silva AD, Valente GE. 2005. Regeneração de espécies nativas lenhosas sob plantio de Eucalyptus em área de Cerrado na Floresta Nacional de Paraopeba, MG, Brasil. *Acta botanica brasiliensis* 19: 369-376.

<https://doi.org/10.1590/S0102-33062005000200020>

Pereira-Soares M, Ferreira-Nunes Y. 2013. Regeneração natural de cerrado sob plantio de Eucalyptus camaldulensis Dehn. no norte de Minas Gerais, Brasil. *Revista Ceres* 60: 205-214.

<https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000200008>

Pires-De-Mello-Ribeiro GH, Felfili JM. 2009. Regeneração natural em diferentes ambientes da mata de galeria do Capetinga, na Fazenda Água Limpa-DF. *Cerne* 15: 1-95.

Poorter L, Bongers F, Aide TM, Zambrano AMA, Balvanera P, Becknell JM, ... Craven D. 2016. Biomass resilience of Neotropical secondary forests. *Nature* 530: 211-214.

<https://doi.org/10.1038/nature16512>

Ratter JA, Bridgewater S, Ribeiro JF. 2003. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. *Edinburgh journal of botany* 60: 57-109.

<https://doi.org/10.1017/S0960428603000064>

Resende, I.L.M., Araújo, G.M., Oliveira, A.P.A., Oliveira, A.P., Júnior, R.S.A., 2004. Plant community and abiotic characteristics of a murundu field in Uberlândia, MG. *Acta Bot Bras*, 18: 9–17.

<https://doi.org/10.1590/S0102-33062004000100002>

Ribeiro JF, Walter BMT. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado. *Embrapa Cerrados-Capítulo em livro científico (ALICE)*.

Rocha E, Reys P, da Silva P O, Soares MP. 2015. Florística e fitossociologia em um fragmento de Cerrado no Sudoeste de Goiás. *Global Science and Technology*, 7: 110-118.

<https://doi.org/10.14688/1984-3801/gst.v7n3p110-118>

Rosolen V, de Oliveira DA, Bueno GT. 2015. Vereda and Murundu wetlands and changes in Brazilian environmental laws: challenges to conservation. *Wetlands ecology and management* 23: 285-292.

<https://doi.org/10.1007/s11273-014-9380-4>

Santos FAS, Pierangeli MAP, Silva FL, Serafim ME, Souza CAD. 2015. Chemical and physical attributes and calcium, magnesium, potassium, and phosphorus in the soil of murundu fields in Brazil. *Acta Amazonica* 45(2): 101-110. <https://doi.org/10.1590/1809-4392201402954>

Capítulo 1

Floristic, endemism and conservation of a woody vegetation in a “campo de murundus”

Artigo submetido à revista Biota Neotropica

Floristic, endemism and conservation of a woody vegetation in a “campos de murundus”

Ana Carolina Costa Santos¹

Michelle Lorene Pereira¹

Hellen Cássia Pelegrini de Sousa¹

Wanessa Rejane de Almeida¹

Jean Carlos Santos¹

¹Laboratório de Ecologia-Evolução & Biodiversidade Instituto de Biologia, Universidade

Federal de Uberlândia, Rua Ceará s/n, 38400-902, Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.

Corresponding author: jcsantosbio@gmail.com

ABSTRACT

1

2

3 Murundus fields are a poorly studied physiognomy of the Cerrado biome. In this study, we evaluated the
4 composition, life history, phytosociology, endemism and conservation of vegetal species in regenerating
5 murundus fields. We established 40 permanent plots of 50x20 m where all live shrub-arboreal plants with trunk
6 diameter at the base of ≥ 1 cm and height > 0.5 m were identified. We recorded 155 species, 69 genera and 38
7 families. A total of 102 species were found dispersed by zoolochory, 39 by anemochory, 10 by autochory and 4
8 no-classified. Twenty-two species were classified as pioneers, 37 were non-pioneers and 96 no-classified.
9 No species endemic to murundus fields were found, but 8% of the species found were Cerrado endemics. One
10 exotic and one native species, *Pinus caribaea* and *Jacaranda caroba*, respectively, had high importance value
11 indexes for the studied area. Diameter, height and frequency were consistent with areas undergoing
12 regeneration. We identified species that occur in several other Cerrado phytophysiognomies, indicating that the
13 areas of murundus fields serve as areas of transition. We discuss the importance of conserving the species of
14 this poorly-studied physiognomy of the Cerrado biome.

15

16

17

RESUMO

Os campos de Murundus são uma fisionomia pouco estudada no bioma Cerrado. Com isso, neste estudo, avaliamos a composição florística, história de vida, fitossociologia, endemismo e conservação de espécies de vegetação em campos murundus. Foram estabelecidas 40 parcelas permanentes de 50x20 m, onde foram identificadas todas as plantas arbóreas vivas com diâmetro do tronco na base $\geq 1\text{cm}$ e altura $\geq 0,5\text{ m}$. Foram registradas 155 espécies, 69 gêneros e 38 famílias. Um total de 102 espécies foram encontradas dispersas por zoocoria, 39 por anemocoria, 10 por autocoria e 4 não classificadas. Vinte e duas espécies foram classificadas como pioneiras, 37 como não pioneiras e 96 não classificadas. Não foram encontradas espécies endêmicas aos campos de Murundus e apenas 8% das espécies encontradas foram endêmicas de Cerrado. Uma espécie exótica e uma nativa, *Pinus caribaea* e *Jacaranda caroba*, respectivamente, apresentaram valores altos do índice de valor de importância, para a área estudada. O diâmetro, altura e freqüência foram consistentes com o encontrado para áreas em regeneração. Identificamos espécies que ocorrem em várias outras fitofisionomias do Cerrado, indicando que os campos de murundus funcionam como áreas de transição. Esse estudo elucida a importância de se estudar e conservar as espécies desta fisionomia pouco estudada do bioma Cerrado.

15

16

17

18 **Palavras-Chave:** campos de murundu, Cerrado, fitofisionomia, regeneração, vegetação do cerrado.

1 **1. Introduction**

2 The Cerrado Biome (Brazilian savanna) is the second largest biome in Latin America, behind only the
3 Amazon Forest (Cardoso-Da-Silva & Bates 2002). This biome occupies about 2,000 km² of Brazilian territory
4 (Kink & Machado 2005), covering seventeen states of the Southeast, Midwest, Northeast and South regions of
5 Brazil (Rocha *et al.* 2015). It is estimated that there are more than 12,000 plant species in the Cerrado, of which
6 44% are endemic (Klink & Machado 2005; Mendonça *et al.* 2008). The Cerrado is considered a global
7 biodiversity hotspot due to its great diversity of species and its high degree of endemism, and because about
8 55% of its original area has been deforested by anthropic activities (Myers *et al.* 2000, Machado *et al.* 2004,
9 Mittermeier *et al.* 2011, Fichino *et al.* 2016).

10 Within the Cerrado there is a landscape characterized by a repeated pattern of countless mounds of
11 rounded earth called murundus, which are covered by woody plants (trees and shrubs), immersed in a field of
12 grasses, locally known as *campos de murundus*, literally meaning “mound fields” or “murundus fields”
13 (Miranda *et al.* 2002). The origin of murundus fields is controversial, partly because biotic and abiotic processes
14 can produce a similar pattern of mounds in different environments (Resende *et al.* 2004). For example, a
15 biological process that can form such fields is the action of termites, where as abiotic processes include
16 geomorphological and hydromorphic formations, particularly those associated with the hydrology of the region
17 that are closely related to the surfacing of groundwater during the rainy season (Cardoso-Da-Silva & Bates
18 2002; Resende *et al.* 2004; Antunes *et al.* 2012; Rosolen *et al.* 2015). In addition to the Cerrado, mound fields
19 are also found in the Pantanal (Hamilton 2002), as well as other ecosystems in Africa, Australia and North
20 America (Mollard 1982; Cox *et al.* 1989; Rahlao *et al.* 2008).

21 The hydromorphic formation of murundus fields occurs mainly in areas with seasonal water excess
22 caused by ground water or by flooding. Murundus fields thus create resource heterogeneity for plants and are
23 capable of changing the physiognomy, since cerrado vegetation tends to possess different physiognomies on
24 sites with greater water availability and/or soil fertility (Miranda *et al.* 2002). Due to these particularities,
25 murundus fields constitute a complex and fragile ecosystem. They are complex because of the intimate
26 relationship of the flora and fauna with the humid environment, such as for germination, pollination,
27 reproduction, feeding and dispersion, which generate unique and important ecological interactions in these

1 ecosystems (Gibbs 2000, Mitsch & Gosselink 2000). They are fairly fragile because they are humid
2 environments, and the expansion of agribusiness and livestock production into the fields and forests has resulted
3 in the de-characterization of this landscape through soil erosion and physico-chemical alterations (Ratter *et al.*
4 2003, Ewin 2012).

5 Given the current biodiversity crisis (May 2000), murundus fields are particularly vulnerable due to their
6 unique characteristics and, mainly, due to not being protected by specific legislation (Brazil 2012). The loss of
7 these environments would cause a decrease in the diversity of endemic flora and fauna, as well as the loss of
8 the ecosystem services they provide, such as carbon storage, regulation of water flow, filtration and retention
9 of sediments and contaminants (Gibbs 2000). Thus, expanding the understanding of this fragile and peculiar
10 phytophysiognomy is fundamental to the establishment of conservation policies (Rosolen *et al.* 2015). Attempts
11 to address this knowledge gap are likely to be important for the development of effective conservation strategies.
12 There have been publications on the floristic and community structure of the plants of murundus field (Marimon
13 *et al.* 2012, Morais 2014, Resende *et al.* 2014, Santos *et al.* 2015, De-Cássia-Silva 2016). However, the majority
14 of these studies have been on murundus field in the Pantanal, which are located in flooded areas and thus differ
15 from the Cerrado murundus (Soares *et al.* 2015).

16 The objectives of this study were to: (1) inventory vascular plant species in murundus fields located in the
17 state of Minas Gerais, southeastern Brazil; (2) determine patterns of life history (dispersion, successional
18 categories and life forms); (3) investigate the community structure; (4) investigate the endemism rates; and (5)
19 assess the importance of these data for the conservation of these areas. In doing so more information on the
20 floristic composition of these areas will be generated and will serve to highlight the importance of this
21 phytophysiognomy and the need to develop measures for its conservation.

22

23 **2. Material and Methods**

24 **2.1. Study Area**

25 The present study was carried out at Fazenda Nova Monte Carmelo (18°55'S, 47°40'W), which belongs to
26 Duratex S.A. This farm covers parts of five municipalities (Araguari, Estrela do Sul, Indianópolis, Nova
27 Ponte and Romaria), in the state of Minas Gerais, Brazil. The farm has a total area of 58,000 ha, of which 12,000
28 ha are Legal Reserve Areas and Permanent Preservation Areas that originated from abandoned pastures and are

1 in varied successional stages of Cerrado (Soares et al. 2015) (Fig.1). Vegetation of the farm can be divided into
2 fragments of legal reserve, which are areas that have been abandoned and left to undergo natural regeneration
3 for about 20 years, and include abandoned pastures, murundus fields, cerrado sensu stricto, semideciduous
4 seasonal forest and fragments of trails (Duratex S.A., Personal Communication, January 11, 2017).

5 The climate of the region is characterized as Aw, with hot and rainy summers, dry and cold winters, a mean
6 precipitation of 1,450 mm, and an average annual temperature between 20°C and 22°C (Alvarez et al. 2013).
7 In relation to the soil, latosols predominate in areas of Cerrado, both on sedimentary and crystal terrains, and
8 concretized soils are produced over large tracts (Ab'Saber, 1983, Lopes, 1983). Specifically, in the sampled
9 areas, the soils are dystrophic red latosols, eutrophic Tb haplic cambisols and Tb dystrophic and melanic
10 gleysols (Fernandes-Filho et al. 2014).

11

12 **2.2. Botanical Survey**

13 Botanical surveys were undertaken in areas of murundus fields, where 40 plots of 20 x 50 m (0.1 ha) were
14 allocated for 4 ha of total sample area (Fig.2). The size of the plots used in this work is standardized according
15 to the project "Biogeography of the Cerrado Biome" (Felfili & Fagg 2007). The plots were arbitrarily distributed
16 with a distance of at least 500 m from the edge and 500 m from each other. The survey took place from April
17 2016 to July 2017. All live shrub-arboreal individuals were sampled in each plot, and all individuals with height
18 $\geq 0.5\text{m}$ and trunk diameter at the base (Db 30 cm) $\geq 1\text{ cm}$ were identified (Felfili et al. 2005)

19 All botanical material collected was processed according to standard methods for botanical studies (Mori
20 et al. 1985). Taxonomic identification was performed through comparisons with material from Herbarium
21 Uberlandensis of the Federal University of Uberlândia (HUFU), as well as through consultation of specialized
22 literature and experts. We used the Angiosperm Phylogeny Group IV classification system (Byng 2016), and
23 updated names of taxa using the list of species of the Flora of Brazil website (Flora do Brasil 2020 2018).
24 Among the specimens collected, those that were identified and had preserved reproductive structures were
25 incorporated into HUFU, and made available on the REFLORA DO BRASIL website under the codes
26 HUFU00072519 to HUFU00072545; HUFU00072549; and HUFU00072552 to HUFU00072585.

27

28 **2.3. Plant Life History**

1 Changes in the functional signature of plants were examined using dispersion patterns (zoochory,
2 anemochory and autochory), successional classes (pioneer and non-pioneer) and life forms. Species were
3 allocated based on (1) a comprehensive review of the literature on floras, and (2) PhD theses from our research
4 group and published checklists (Tannus et al. 2006).

5

6 **2.4. Data Analysis**

7 **2.4.1 Floristic Structure**

8 The basic data obtained from the 40 sample plots of 0.1 ha each were analyzed to obtain phytosociological
9 parameters that allow the understanding of the structure, function and dynamics of the plant community (Freitas
10 & Magalhães 2012). Relative density (RD), absolute density (AD), relative dominance (RDo), absolute
11 dominance (ADo), relative frequency (RF), absolute frequency (AF), importance value index (IVI), Shannon
12 diversity index (H'), Simpson's diversity index (D) and Pielou equability index (J') were all calculated using
13 the program Fitopac version 2.1 (Shepperd 2010).

14

15 **2.4.2 Endemism and Conservation Status**

16 The list of plant names and the sub-measure to the check with the Plantminer (Carvalho et al. 2010), which
17 consults and corrects names through the Flora List of Brazil (Flora do Brasil 2020 2018). Information on
18 endemic species of conservation concern was taken from the Brazilian Red List of Threatened Species (Flora
19 do Brasil 2020 2018).

20

21 **3. Results**

22 **3.1 Floristic Inventory**

23 A total of 3,734 individuals were sampled, distributed among 38 families, 69 genera and 155 species. The
24 family with the greatest number of species was Myrtaceae (27 spp.), followed by Malpighiaceae (25 spp.),
25 Melastomataceae (15 spp.), Rubiaceae (12 spp.), and Asteraceae and Fabaceae (with 11 spp. each). These six
26 families accounted for about 65% of the species richness in the sampled plots. The richest genera were *Miconia*
27 and *Psidium* (with 12 spp. each), followed by *Byrsonima* (10 spp.), *Myrcia* (8 spp.), *Banisteriopsis* and *Cordiera*

1 (with 6 spp. each), and *Heteropterys* (5 spp). These seven genera accounted for almost 40% of all species.
2 *Jacaranda caroba* (N = 465) was the most abundant species, followed by *Miconia albicans* (N = 413), *M. fallax*
3 (N = 313), *Baccharis dracunculifolia* (N = 237), *Erythroxylum suberosum* (217), *Ocotea* sp3 (N = 146) and
4 *Chresta sphaerocephala* (N = 136), which together corresponded to almost 60% of the individuals sampled in
5 the plots (Table 1).

6

7 **3.2 Life History**

8 The main dispersion syndrome observed in the area was zoothochory, which comprised 66% of the species
9 (102 spp.), followed by anemochory with 25% (39 spp.), autochory with 6.5% (10 spp.) and no-classified 2.5%
10 (4 spp.) (Fig. 3A). The non-pioneer successional class contributed 24% of the species (37 spp.), the pioneers 14%
11 (22 spp.) and the non-classified species 62% (96 spp.) (Fig. 3B). The life forms found for the species collected
12 were tree, shrub, sub-shrub, herb, creepers and palm tree.

13

14 **3.3 Distribution, Endemism and Conservation**

15 The distribution pattern of the flora of the murundus fields showed that a minority of species (8%) were
16 exclusive to the Cerrado, while 91.4% co-occurred in the Cerrado and at least one other domain e 0.6% are
17 exotic specie. Of the 155 species, 73 were considered as native to Brazil, one as exotic (*Pinus caribaea*) and 81
18 as not classified. Of the native species, 21 (29%) were endemic to Brazil, of which *Bauhinia holophylla*,
19 *Chromolaena chaseae*, *Dalbergia miscolobium*, *Kielmeyera corymbosa* and *Myrcia uberavensis* only occur in
20 the Cerrado domain. Of the inventoried species, only *Hortia brasiliiana* was included in the Brazilian Red List
21 of Threatened Species, where it was listed as Near Threatened (NT) (Martinelli & Morais 2013).

22

23 **3.4 Phytosociological Data (Community Structure)**

24 Data on horizontal community structure are presented in table 2, in descending order according to their
25 importance value index (IVI). Among the 155 species sampled in the murundus fields, *Jacaranda caroba*,
26 *Miconia albicans*, *Miconia fallax*, *Baccharis dracunculifolia*, *Erythroxylum suberosum*, *Ocotea* sp3 and
27 *Chresta sphaerocephala* had the highest relative density, and together contributed more than 50% to the total
28 absolute density in the area (Fig.4).

1 The species with the highest relative dominance in were *Pinus caribaea* Morelet (30.27%), *Miconia*
2 *albicans* (6.27%), *Erythroxylum suberosum* (5.2%) and *M. fallax* (4.5%). Absolute dominance followed the
3 same sequence as the relative dominance, with *P. caribaea* contributing 31 m² /ha, *M. albicans* 6 m² /ha, *E.*
4 *suberosum* 5 m² /ha, and *M. fallax* 5 m² /ha. With regard to the importance value index (IVI), five species were
5 identified as species of importance with indexes above 10.00: *P. caribaea* (36.37), *J. caroba* (19.46), *M.*
6 *albicans* (19.39), *E suberosum* (15) and *M. fallax* (14.65).

7 Figure 5 shows the diametric distribution of all individuals sampled in the study grouped into Db
8 classes of 5 cm. The highest concentration of individuals (representing 90% of all individuals), were in the
9 lowest Db classes, whereas individuals with larger diameters were present in increasingly smaller numbers;
10 thus, there was a regular decrease in the umber of individuals as Db increased. The distribution among height
11 classes of all the individuals sampled in the study, grouped according to 0.5-m Db classes, is presented in Figure
12 6. The three initial height classes (A, B and C) comprise 86% of all individuals.

13 Figure 6 shows the frequency distribution among classes of all individuals sampled in the study. The
14 evaluation of absolute frequency by species showed that most species are concentrated among the lower
15 frequency classes, indicating a high degree of forest heterogeneity. In addition, there are few individuals in the
16 median frequency classes (Classes D and E), indicating possible stagnation in the regeneration of these areas
17 (Fig. 7). The diagram shows a relatively high heterogeneity for the areas since 135 (87%) of the 155 species
18 found are in the lower frequency classes. The degree of LABOURIAU heterogeneity was calculated to be -4.3,
19 indicating a relatively heterogeneous forest.

20 Values for the Shannon-Wiener (3,721) and Simpson (0,050, 1/D- 20,083, 1, D- 0,950) diversity
21 indexes, and the Pielou equitability index (0,738). The equitability index indicates that this community shelter
22 approximately 73.8% of the diversity corresponding to these areas.

23

24 4. Discussion

25 The most representative families for the evaluated murundus fields were Myrtaceae, Malpighiaceae,
26 Melastomaraceae, Rubiaceae, Asteraceae and Fabaceae, which, according to Mendonça *et al.* (2008), are among
27 the 10 most important families for the Cerrado biome. The family richness of the murundus fields accounted
28 for about 25% (38 families) of the family richness found in the entire Cerrado biome (Mendonça *et al.* 2008).

1 In addition, when compared with other studies performed in the same phytophysiognomy of the region of this
2 study, for example, we observed 42 families, representing 28% of the family wealth of the Cerrado, indicating
3 similarity between the families found, with only four families of difference (Resende *et al.* 2004).

4 The most abundant families represented 51% of the families found in the area, which may be due to survival
5 strategies and adaptations that favor their growth and development in disturbed and/or natural regeneration
6 areas (Giroldo 2017). For example, the families Fabaceae, Myrtaceae and Malpighiaceae stood out as families
7 rich in the arboreal-shrub component of the cerrado phytophysiognomy sensu stricto (Felfili *et al.* 2002). In
8 addition, in studies that involve the shrub arboreal component of the cerrado sensu stricto the Fabaceae
9 (Leguminosae) is of great importance to the composition and structure of the Cerrado (Fidelis & Godoy 2003).
10 The species of these families act as nucleators by attracting pollinators and seed dispersers, thus increasing the
11 degree of connectivity between fragments and areas undergoing ecological restoration (Carpanezzi 1998,
12 Albuquerque 2013).

13 Life history factors, such as dispersion mode, are important in explaining the presence of these families in
14 the studied environment. Moreover, dispersion mode can determine the establishment of species in the
15 environment and their ability to colonize (Yamamoto *et al.* 2007). In the present study, we observed that the
16 richness of zoochoric species reached 65% of the species found in the area. The predominance of zoochoric
17 species is typical of the Cerrado biome, and has been reported in several studies of the cerrado physiognomy
18 sensu stricto (Weiser & Godoy 2001, Neri 2005). Likewise, the percentage of autochoric species found is
19 consistent with that found in other studies of cerrado sensu stricto (Vieira *et al.* 2002). No studies could be
20 found that address seed dispersion strategies for the murundus field physiognomy in the Cerrado, making the
21 present work highly relevant to knowledge about how species behave in this phytophysiognomy. The
22 successional class also reveals important aspects about the studied families, since pioneers are important for the
23 process of regeneration because they are the most efficient in extreme conditions of luminosity and on substrates
24 with little available organic matter (Hobbs & Yates 2003). Among the species collected, 23% are non-pioneer
25 species and 14% are pioneer, but only 37% were classified as pioneers or non-pioneers due to limits to the data
26 available on species that were not identified to genus or species. Additional data are needed to make solid
27 conclusions regarding the successional classification of the species sampled in the areas.

1 Frequency, density and dominance patterns are used to express the degree of ecological importance of a
2 species in an ecosystem. The invasive species *Pinus caribaea* was the species with the greatest expression in
3 the community. The species had been previously introduced on the farm because it was part of the scope of
4 standard planting for agroforestry, which was subsequently gradually replaced by eucalyptus. However, *P.*
5 *caribaea* invaded the area in such a way that it was found in 62.5% of the studied plots, indicating the need for
6 control of this species since it could compromise the regeneration of native species (De-Espíndola *et al.* 2005).
7 Species of the genus *Pinus* are known to become dominant within a habitat and cause changes by producing
8 large amounts of organic matter, delaying or impeding the process of succession and altering natural ecosystems
9 (Bechara 2003). The most important native species was *Jacaranda caroba*, which occurred in 82.5% of the
10 studied plots with a density of 12 individuals per hectare. This species usually occurs in high abundances, which
11 may be due to it being a pioneer species and with an anemochoric dispersion syndrome (i.e., by wind) (Tannus
12 *et al.* 2006). The species *Miconia albicans*, *Erythroxylum suberosum*, *Miconia fallax* and *Baccharis*
13 *dracunculifolia* also play an important role within this community. These species have been found in great
14 numbers in other studies with floristic surveys of the Cerrado, demonstrating that they are abundant species in
15 this biome.

16 The inverted "J" shape found for the distributions of diameter and height indicates a situation normally
17 found in natural forests where the environment allows the recruitment of new individuals. Moreover, these
18 distributions were found for areas of natural regeneration, where there is a higher concentration of individuals
19 in younger age classes and, consequently, lower values for diameter and height (Morais *et al.* 2011). The
20 floristic diversity indexes indicate that this is a heterogeneous area, because the higher the Shannon-Wiener and
21 equability indexes the greater the diversity and uniformity of a population. The values found in this work are
22 close to the values found for cerrado sensu stricto (Fidelis & Godoy 2003) and in anthropic murundus areas in
23 the region of Uberlândia (Resende *et al.* 2004). This demonstrates a similarity in the diversity of these areas,
24 even though there had been no human or agricultural actions in the area of the present study for at least two
25 decades.

26 Of the species identified in the present study, 12% are endemic to Brazil and 8% endemic to the Cerrado
27 biome, which highlights the importance of studies of floristic composition for acquiring knowledge about areas
28 that harbor endemic species. We found individuals of species that occur in several phytophysiognomies:

1 cerrado, cerrado sensu lato, “cerradão”, “campo”, “mata de galleria”, “mata ciliar”, “vereda” and “brejo”. The
2 species *E. suberosum*, *Miconia ligustroides* and *Gaylussacia brasiliensis* occur in “brejo”; *Pouteria ramiflora*
3 and *Byrsonima pachyphylla* in “vereda”; *J. caroba*, *M. albicans*, *Baccharis dracunculifolia* and 17 other species
4 in “mata de galeria”; and 22 of the cataloged species occur in “campo”, which includes “campo sujo”, “campo
5 limpo” and “campo rupestre”, with murundus, or “pedregoso” (Vilanova 2008).

6 Because they are areas that house several species that occur in other phytobiognomies, the murundus
7 fields may be functioning as transition zones that serve to maintain the diversity of adjacent areas. The
8 conservation of regenerating habitats is even more important since there have been few studies on the diversity
9 and health of these areas (Espírito-Santo *et al.* 2016). In addition, the diversity found in these areas may be due
10 to differentiation caused by previous anthropization, such as agriculture, cattle and fire. These factors may have
11 favored the occupation of species resistant to these impacts, generating the differentiation of habitats for which
12 the biodiversity is still little explored (Arroyo-Rodríguez *et al.* 2013).

13 As with veredas, murundus fields are characterized as wetlands, which, because they harbor a high diversity
14 of species, require specific legislation to prevent their degradation and de-characterization (Klink & Machado
15 2005, Ewing *et al.* 2012). However, the phytobiognomy of murundus fields is not protected by any specific
16 legislation, and is, in most cases, considered an area of cerrado area (Rosolen *et al.* 2015). The lack of specific
17 conservation policies for such a fragile ecosystem as the murundus fields may result in the alteration of the
18 hydrology of areas, changes in the characteristics of the soil, and the disappearance of important areas that have
19 not yet been analyzed (Ewing *et al.* 2012).

20

21 ***Acknowledgements***

22 *The authors wish to thank Duratex S.A. company that financially supported. We also thank FAPEMIG*
23 *for granting scholarships for the masters student Ana Carolina Costa Santos.*
24 *In addition, Professor Glein M. Araújo (distinct botanical families) and HUFU can help identify botanical*
25 *material collected. We would like to thank Angelo Gervásio Dias, Gabriella Justino, Larissa Narciso e Denise*
26 *Rodrigues for his assistance in the field.*

5. References

- 2 AB' SABER, N.A. 1983. O domínio dos cerrados: introdução ao conhecimento. Revista do Servidor Público
3 111: 41-55.

4 ALBUQUERQUE, L.B., AQUINO, F.G., COSTA, L.C., MIRANDA, Z.J., SOUSA, S.R. 2013.
5 Melastomataceae Juss. species with potential use in ecological restoration of gallery riparian vegetation
6 of cerrado/savana. Polibotánica (35): 1-19.

7 ALVARES, C.A., STAPE, J.L., SENTELHAS, P.C., DE MORAES, G., LEONARDO, J., SPAROVEK, G.
8 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, 22(6): 711-728.
9 <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

10 ANTUNES, P.D., FIGUEIREDO, L.H.A., SILVA, J.F., KONDO, M.K., DOS-SANTOS-NETO, J.A.,
11 FIGUEIREDO, M.A.P. 2012. Caracterização físico-química de micro-relevo de montículos "murundus"
12 na região de Janaúba no Norte de Minas Gerais. Revista Geonomos, 20(1): 81-85.
13 <https://doi.org/10.18285/geonomos.v20i1.30>

14 ARROYO-RODRÍGUEZ, V., RÖS, M., ESCOBAR, F., MELO, F.P., SANTOS, B.A., TABARELLI, M.,
15 CHAZDON, R. 2013. Plant β-diversity in fragmented rain forests: testing floristic homogenization and
16 differentiation hypotheses. Journal of Ecology 101(6): 1449-1458.
17 <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12153>

18 BECHARA, F.C. 2003. Restauração ecológica de restingas contaminadas por Pinus no Parque Florestal do Rio
19 Vermelho, Florianópolis, SC.

20 BRASIL. 2012. National report on the implementation of the Ramsar Convention on Wetlands- National report
21 to be submitted on the 11th Meeting of the Conference of the Contracting Parties, Romania.

22 BYNG, J.W., CHASE, M.W., CHRISTENHUSZ, M.J., FAY, M.F., JUDD, W.S., MABBERLEY, D.J.,
23 BRIGGS, B. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and
24 families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society 181(1): 1-20.
25 <https://doi.org/10.1111/bj.12385>

26 CARDOSO-DA-SILVA, J.M., BATES, J.M. 2002. Biogeographic Patterns and Conservation in the South
27 American Cerrado: A Tropical Savanna Hotspot: The Cerrado, which includes both forest and savanna

1 habitats, is the second largest South American biome, and among the most threatened on the continent.

2 AIBS Bulletin 52(3): 225-234.

3 CARPANEZZI, A.A. 1998. Espécies para recuperação ambiental. In Embrapa Florestas-Artigo em anais de
4 congresso (ALICE). In: GALVAO, APM (Coord.). Espécies não tradicionais para plantios com
5 finalidades produtivas e ambientais. Colombo: Embrapa Florestas. 43-53.

6 CARVALHO, G.H., CIANCIARUSO, M.V., BATALHA, M.A. 2010. Plantminer: A web tool for checking
7 and gathering plant species taxonomic information. Environmental Modelling & Software 25(6): 815–
8 816.

9 <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2009.11.014>

10 COX GW, GAKAHU CG, WAITHAKA JM. 1989. The form and small stone content of large earth mounds
11 constructed by mole rats and termites in Kenya. Pedobiologia 33(5): 307-314.

12 DE-CÁSSIA-SILVA, C., ARRUDA, D.M., FONSECA, R.S. 2016. Relação espécie-área em campos de
13 murundus com diferentes históricos de perturbação/Species-area relationship in earth mounds with
14 different historical disturbance. Revista de Biologia Neotropical 13(1): 250-260.

15 <https://doi.org/10.5216/rbn.v13i1.36705>

16 DE-ESPÍNDOLA, M.B., BECHARA, F.C., BAZZO, M.S., REIS, A. 2005. Recuperação ambiental e
17 contaminação biológica: aspectos ecológicos e legais. Biotemas 18(1): 27-38.

18 ESPÍRITO-SANTO, M.M., LEITE, M.E., SILVA, J.O., BARBOSA, R.S., ROCHA, A.M., ANAYA, F.C.,
19 DUPIN, M.G. 2016. Understanding patterns of land-cover change in the Brazilian Cerrado from 2000
20 to 2015. Philosophical Transactions of the Royal Society B 371(1703): 20150435.

21 <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0435>

22 EWING, J.M., VEPRASKAS, M.J., BROOME, S.W., WHITE, J.G. 2012. Changes in wetland soil
23 morphological and chemical properties after 15, 20, and 30 years of agricultural production. Geoderma
24 179: 73-80.

25 <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2012.02.018>

26 FELFILI, J.M., SILVA, P.E.N.D., SILVA-JÚNIOR, M.C.D., MARIMON, B.S., DELITTI, W.B.C. 2002.
27 Composição florística e fitossociologia do cerrado sentido restrito no município de Água Boa-MT. Acta
28 Botânica Brasílica. 16(1): 103-112, 2002

- 1 FELFILI, J.M., CARVALHO, F.A., HAIDAR, R.F. 2005. Manual para o monitoramento de parcelas
2 permanentes nos biomas Cerrado e Pantanal. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de
3 Engenharia Florestal. EdUnB, Brasília, 60p.
- 4 FELFILI, J.M., FAGG, C.W. 2007. Floristic composition, diversity and structure of the "cerrado" sensu stricto
5 on rocky soils in northern Goiás and southern Tocantins, Brazil. Brazilian Journal of Botany 30(3): 375-
6 385.
- 7 <https://doi.org/10.1590/S0100-84042007000300004>
- 8 FERNANDES-FILHO, E.I., MAROTTA, G., PORTES, R., FRANÇA, M., VIEIRA, E., MOREIRA, G.,
9 SOUSA, E. 2014. Mapa de solos do Estado de Minas Gerais.
- 10 FICHINO, B.S., DOMBROSKI, J.R., PIVELLO, V.R., FIDELIS, A. 2016. Does fire trigger seed germination
11 in the Neotropical Savannas? Experimental tests with six Cerrado species. Biotropica 48(2): 181-187.
- 12 <https://doi.org/10.1111/btp.12276>
- 13 FIDELIS, A.T., GODOY, S.A.P.D. 2003. Structure of cerrado stricto sensu at the Glebe Cerrado Pé-de-Gigante,
14 Santa Rita do Passa Quatro, SP. Acta Botanica Brasílica 17(4): 531-539.
- 15 <https://doi.org/10.1590/S0102-33062003000400006>
- 16 FLORA-DO-BRASIL2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <
17 <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 26 Jan. 2018
- 18 FREITAS, W.D., MAGALHAES, L.M.S. 2012. Métodos e parâmetros para estudo da vegetação com ênfase
19 no estrato arbóreo. Floresta e Ambiente 19(4): 520-540.
- 20 <https://doi.org/10.4322/floram.2012.054>
- 21 GIBBS, J.P. 2000. Wetland loss and biodiversity conservation. Conservation biology 14(1): 314-317.
- 22 <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.98608.x>
- 23 GIROLDO, A.B. 2017. Pequenas plantas, grandes estratégias: adaptações e sobrevivência no Cerrado. PhD
24 Thesis, University of Brasilia, Brazil.
- 25 HAMILTON, S.K. 2002. Hydrological controls of ecological structure and function in the Pantanal wetland
26 (Brazil). The Ecohydrology of South American Rivers and Wetlands. International Association of
27 Hydrological Sciences, Special Publication 6: 133-158.

- 1 HOBBS, R.J., YATES, C.J. 2003. Impacts of ecosystem fragmentation on plant populations: generalising the
2 idiosyncratic. *Australian Journal of Botany*, 51(5): 471-488.
- 3 <https://doi.org/10.1071/BT03037>
- 4 KLINK, C.A., MACHADO, R.B. 2005. Conservation of the Brazilian cerrado. *Conservation biology*, 19(3):
5 707-713.
- 6 <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00702.x>
- 7 LOPES, A.S. 1983 Solos sob “Cerrado”: características, propriedades e manejo. 2. ed. Piracicaba: Potafós. 162p.
- 8 MACHADO, R.B., RAMOS-NETO, M.B., HARRIS, M.B., LOURIVAL, R., AGUIAR, L.M.D.S. 2004.
9 Análise de lacunas de proteção da biodiversidade no Cerrado. In *Anais IV Congresso Brasileiro de*
10 *Unidades de Conservação* 29-38.
- 11 MARIMON, B.S., MARIMON-JUNIOR, B.H., MEWS, H.A., JANCOSKI, H.S., FRANCZAK, D.D., LIMA,
12 H.S., LENZAI, E., ROSSETEI, A.N., MORESCO, M.C. 2012. Floristics of floodplain'murundus' of the
13 Pantanal of Araguaia, Mato Grosso, Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 26(1): 181-196.
- 14 <https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000100018>
- 15 MARTINELLI, G., MORAES, M.A. 2013. Livro vermelho da flora do Brasil. (orgs.) Andrea Jakobsson /
16 Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- 17 MAY, R.M. 2000. The dimensions of life on Earth. In: Raven PH, Williams T (eds) *Nature and Human Society:*
18 *the quest for a sustainable world*. National Academy Press, Washington, p 30-45
- 19 MENDONÇA, R.C., FELFILI, J.M., WALTER, B.M.T., SILVA-JÚNIOR, M.D., REZENDE, A.V.,
20 FILGUEIRAS-NOGUEIRA, P.E. 2008. “Flora Vascular do Cerrado”. In: Sano SM e Almeida SP (eds.).
21 Cerrado: ambiente e flora. EMBRAPA Cerrados, Planaltina, Brasil. p. 288-556.
- 22 MIRANDA, H.S., BUSTAMANTE, M.M.C., MIRANDA, A.C. 2002 The fire factor. In: Oliveira PS, Marquis
23 RJ (eds) *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia
24 University Press, New York, p.51-68.
- 25 <https://doi.org/10.7312/oliv12042-003>
- 26 MITSCH, W.J., GOSSELINK, J.G. 2000. The value of wetlands: importance of scale and landscape setting.
27 *Ecological economics* 35(1): 25-33.
- 28 [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(00\)00165-8](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(00)00165-8)

- 1 MITTERMEIER, R.A., TURNER, W.R., LARSEN, F.W., BROOKS, T.M., GASCON, C.2011. Global
2 biodiversity conservation: the critical role of hotspots. In Biodiversity hotspots. In: Zachos F, Habel J
3 (eds) Biodiversity Hotspots. Springer, Berlin, Heidelberg p.3-22.
- 4 https://doi.org/10.1007/978-3-642-20992-5_1
- 5 MORAIS, F.M., PEREIRA, R.S., REZENDEZ, A.V., NAPPO, M.E., PINTO, J. 2011. Estrutura e diversidade
6 da vegetação arbórea e arbustiva em cerrado sensu stricto submetido a distúrbios antrópicos. Revista
7 Científica Eletrônica de Engenharia Florestal 18(1): 53-70.
- 8 MORI, S.A., SILVA, L.A.M., LISBOA, G., CORADIN, L. 1989. Manual de manejo do herbaceo
9 fanerogamico. CEPLAC, Ilhéus.
- 10 MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., DA-FONSECA, G.A., KENT, J. 2000.
11 Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403(6772): 853–858.
12 <https://doi.org/10.1038/35002501>
- 13 NERI, A.V., CAMPOS, E.D., DUARTE, T.G., MEIRA-NETO, J.A.A., SILVA, A.D., VALENTE, G.E. 2005.
14 Regeneração de espécies nativas lenhosas sob plantio de Eucalyptus em área de Cerrado na Floresta
15 Nacional de Paraopeba, MG, Brasil. Acta botanica brasiliensis 19(2): 369-376.
16 <https://doi.org/10.1590/S0102-33062005000200020>
- 17 RAHLAO, S.J., HOFFMAN, M.T., TODD, S.W., MCGRATH, K. 2008. Long-term vegetation change in the
18 Succulent Karoo, South Africa following 67 years of rest from grazing. Journal of arid environments
19 72(5): 808-819.
20 <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2007.08.003>
- 21 RATTER, J.A., BRIDGEWATER, S., RIBEIRO, J.F. 2003. Analysis of the floristic composition of the
22 Brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas. Edinburgh journal
23 of botany 60(1): 57-109.
24 <https://doi.org/10.1017/S0960428603000064>
- 25 RESENDE, I.L.M., ARAÚJO, G.M., OLIVEIRA, A.P.A., OLIVEIRA, A.P., JÚNIOR, R.S.A. 2004. Plant
26 community and abiotic characteristics of a murundu field in Uberlândia, MG. Acta Bot Bras 18(1): 9–
27 17.
28 <https://doi.org/10.1590/S0102-33062004000100002>

- 1 ROCHA, E., REYS, P., DA-SILVA, P. O., SOARES, M.P. 2015. Florística e fitossociologia em um fragmento
2 de Cerrado no Sudoeste de Goiás-Global Science and Technology 7(3): 110-118.
- 3 ROSOLEN, V., DE-OLIVEIRA, D.A., BUENO, G.T. 2015. Vereda and Murundu wetlands and changes in
4 Brazilian environmental laws: challenges to conservation. Wetlands ecology and management 23(2):
5 285-292.
- 6 <https://doi.org/10.1007/s11273-014-9380-4>
- 7 SANTOS, F.A.S., PIERANGELI, M.A.P., SILVA, F.L., SERAFIM, M.E., SOUZA, C.A.D. 2015. Chemical
8 and physical attributes and calcium, magnesium, potassium, and phosphorus in the soil of murundu fields
9 in Brazil. Acta Amazonica 45(2): 101-110.
- 10 <https://doi.org/10.1590/1809-4392201402954>
- 11 SHEPHERD, G.J. 2010. Fitopac 2.1. Campinas: Departamento de Botânica, Universidade Estadual de
12 Campinas.
- 13 SOARES, D.M., NASCIMENTO, A.R.T., SILVA, L.C., DE-PINHO-JÚNIOR, G.V. 2015. Natural
14 Regeneration and Biological Invasion by *Pinus caribaea* Morelet in Two Vereda Sites: Woody
15 Vegetation Response. American Journal of Plant Sciences 6(17): 2708-2717.
- 16 <https://doi.org/10.4236/ajps.2015.617272>
- 17 TANNUS, J.L., ASSIS, M.A., MORELLATO, L.P.C. 2006. Fenologia reprodutiva em campo sujo e campo
18 úmido numa área de cerrado no sudeste do Brasil, Itirapina-SP. Biota Neotropica 6(3).
- 19 <https://doi.org/10.1590/S1676-06032006000300008>
- 20 VIEIRA, D.L., AQUINO, F.G., BRITO, M.A., FERNANDES-BULHÃO, C., HENRIQUES, R.P. 2002.
21 Síndromes de dispersão de espécies arbustivo-arbóreas em cerrado sensu stricto do Brasil Central e
22 savanas amazônicas. Revista Brasileira de Botânica, 25(2): 215-220.
- 23 <https://doi.org/10.1590/S0100-84042002000200009>
- 24 VILANOVA, S.R.F. 2008. Composição florística e valoração econômica de uma unidade de conservação
25 urbana, Cuiabá-Mato Grosso. Universidade Federal de Mato Grosso-ENF/UFMT-Programa de Pós-
26 Graduação em Ciências Florestais e Ambientais. MT. MSc. Thesis, Universidade Federal do Mato
27 Grosso, Brasil.

- 1 WEISER, V.D.L., GODOY, S.A.P.D. 2001. Floristic composition in a hectare of Cerrado stricto sensu hectare
2 in the ARIE-Cerrado Pé-de-Gigante, Santa Rita do Passa Quatro, SP. *Acta Botanica Brasilica* 15(2):
3 201-212.
- 4 <https://doi.org/10.1590/S0102-33062001000200007>
- 5 YAMAMOTO, L.F., KINOSHITA, L.S., MARTINS, F.R. 2007. Síndromes de polinização e de dispersão em
6 fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua Montana, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 21: 553-
7 573. 2007

1 **6. Tables and Figure legends**

2 **6.1 Tables**

3 Table 1: Species classified for families and genera sampled in area of murundus fields in Nova Monte
 4 Carmelo Farm in Minas Gerais, Brazil. HC- Habitat categories (T- tree, S- shrubs, SS- sub- shrubs, H-herb, C-
 5 creepers and P- palm tree), SC- Sucessional Categories (P- pioneer, NP- no-pioneer, NC- no-classified), DS-
 6 Dipersion Sindrome (Zoo- zoocoric, Ane- anemocoric, Aut- autocoric and NC- no-classified), IN- Individual
 7 number per species, AR-rankig for abundancia.(Gen- generas no-identificated and sp- species no-identificated)

FAMILY	GENERA	SPECIES	HC	SC	DS	NI	AR
Annonaceae	<i>Annona</i>	<i>Annona crassiflora</i> Mart.	T	NP	Zoo	9	63
		<i>Annona monticola</i> Mart.	S	NC	Zoo	6	79
		<i>Annona tomentosa</i> R.E.Fr.	S	NC	Zoo	11	53
	<i>Duguetia</i>	<i>Duguetia furfuracea</i> (A.St.-Hil.) Saff.	T	NP	Ane	13	49
Apocynaceae	<i>Aspidosperma</i>	<i>Aspidosperma cuspa</i> (Kunth) Blake	S, T	NP	Ane	10	58
		<i>Aspidosperma</i> <i>tomentosum</i> Mart.	T	NP	Ane	3	94
	Gen1*	-	S, T, H,C, SS	NC	Zoo	15	40
	<i>Hancornia</i>	<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	T	NP	Zoo	3	95
Tabernaemontana		<i>Tabernaemontana hystrix</i> Steud.	T	P	Zoo	35	21
	<i>Ilex</i>	<i>Ilex</i> sp1 **	S, T, SS	NC	Zoo	5	83
	Gen1*	-	H, C, P	NC	Zoo	2	106
	<i>Ayapana</i>	<i>Ayapana</i> sp1 **	H, SS	NC	Auto	2	107
Asteraceae		<i>Ayapana</i> sp2 **	H, SS	NC	Auto	1	119
<i>Baccharis</i>	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	S	P	Ane	237	4	
	<i>Baccharis</i> sp1 **	S, T, C, SS	NC	Ane	2	108	
	<i>Chresta</i> sp1 **	S, H, SS	NC	Ane	7	72	
Chromolaena		<i>Chresta sphaerocephala</i> DC.	S	NC	Zoo	136	7
	<i>Chromolaena</i>	<i>Chromolaena chaseae</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.	S, SS	NC	Zoo	43	17

Table 1- Continuity

FAMILY	GENERA	SPECIES	HC	SC	DS	NI	AR
Asteraceae	<i>Chromolaena</i>	<i>Chromolaena laevigata</i> (Lam.) R.M.King & H.Rob.	S	P	Zoo	14	47
	<i>Eupatorium</i>	<i>Eupatorium</i> sp1**	SS	NC	NC	19	33
	Gen1*	-	S, T, H, C, SS	NC	Ane	4	89
	<i>Piptocarpha</i>	<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	T	NP	Ane	15	41
Bignoniaceae	<i>Fridericia</i>	<i>Fridericia</i> sp1**	S, C	NC	Ane	29	22
	<i>Handroanthus</i>	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	T	NP	Ane	6	80
		<i>Handroanthus</i> sp1**	S, T	NC	Ane	7	73
		<i>Handroanthus</i> sp2**	S, T	NC	Ane	1	120
Burseraceae	<i>Jacaranda</i>	<i>Jacaranda caroba</i> (Vell.) DC.	S	P	Ane	465	1
	<i>Protium</i>	<i>Protium</i> sp1**	S, T	NC	Zoo	11	54
Calophyllaceae	<i>Kielmeyera</i>	<i>Kielmeyera corymbosa</i> Mart. & Zucc.	S, SS	NP	Ane	3	96
		<i>Kielmeyera grandiflora</i> (Wawra) Saddi	S, T	NC	Ane	20	32
		<i>Kielmeyera</i> sp1**	S, T, SS	NC	Ane	14	48
Caryocaraceae	<i>Caryocar</i>	<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	T	P	Zoo	3	97
Chrysobalanaceae	<i>Parinari</i>	<i>Parinari obtusifolia</i> Hook.f.	S	NC	Zoo	108	8
Connaraceae	<i>Connarus</i>	<i>Connarus</i> sp1**	S, T, C	NC	Zoo	3	98
		<i>Connarus suberosus</i> Planch.	S, T	NP	Zoo	8	68
Dilleniaceae	<i>Davilla</i>	<i>Davilla elliptica</i> A.St.-Hil.	S, C	NP	Zoo	43	18
Ebenaceae	<i>Diospyros</i>	<i>Diospyros</i> sp1**	S, T	NC	Zoo	40	19
		<i>Diospyros</i> sp2**	S, T	NC	Zoo	66	12
Ericaceae	<i>Gaylussacia</i>	<i>Gaylussacia brasiliensis</i> (Spreng.) Meisn.	S, T, SS	P	Zoo	1	121
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum</i>	<i>Erythroxylum campestre</i> A.St.-Hil.	S, T, SS	NP	Zoo	4	90
		<i>Erythroxylum suberosum</i> A.St.-Hil.	S, T, SS	NP	Zoo	217	5
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum</i>	<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	S, T	NP	Zoo	1	122
Euphorbiaceae	<i>Maprounea</i>	<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	T	P	Ane	11	55
Fabaceae	<i>Andira</i>	<i>Andira humilis</i> Mart. ex Benth.	S, T	NC	Zoo	1	123
	<i>Bauhinia</i>	<i>Bauhinia holophylla</i> (Bong.) Steud.	S	NP	Auto	85	10
	<i>Dalbergia</i>	<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	T	NP	Ane	57	14
	<i>Dimorphandra</i>	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	T	NP	Ane	15	42
	Gen1*	-	S, T, H, C, SS	NC	Auto	15	43
	<i>Inga</i>	<i>Inga</i> sp1**	S, T	NC	Zoo	1	124

Table 1- Continuity

FAMILY	GENERA	SPECIES	HC	SC	DS	NI	AR
Fabaceae	<i>Leptolobium</i>	<i>Leptolobium dasycarpum</i> Vogel	T	NP	Ane	45	16
	<i>Senna</i>	<i>Senna pendula</i> var. <i>glabrata</i> (Vogel) H.S.Irwin & Barneby	S	P	Auto	4	91
	<i>Stryphnodendron</i>	<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	S, T	NP	Auto	9	64
		<i>Stryphnodendron rotundifolium</i> Mart.	S, T	NC	Zoo	7	74
	<i>Vigna</i>	<i>Vigna</i> sp1**	H, C	NC	Auto	1	125
Hippocrateaceae	<i>Peritassa</i>	<i>Peritassa campestris</i> (Cambess.) A.C.Sm.	S, SS	NC	Ane	5	84
Lamiaceae	<i>Aegiphila</i>	<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.	S, T, SS	P	Zoo	9	65
Lauraceae	<i>Ocotea</i>	<i>Ocotea</i> sp1**	S, T	NC	Zoo	1	126
		<i>Ocotea</i> sp2**	S, T	NC	Zoo	1	127
		<i>Ocotea</i> sp3**	S, T	NC	Zoo	146	6
Loganiaceae	<i>Antonia</i>	<i>Antonia ovata</i> Pohl	T	P	Ane	1	128
Malpighiaceae	<i>Banisteriopsis</i>	<i>Banisteriopsis argyrophylla</i> (A.Juss.) B.Gates	C, SS	P	Ane	1	129
		<i>Banisteriopsis campestris</i> (A.Juss.) Little	SS	NC	Ane	2	109
		<i>Banisteriopsis laevifolia</i> (A.Juss.) B.Gates	C, SS	NC	Ane	10	59
		<i>Banisteriopsis oxycyclada</i> (A.Juss.) B.Gates	C	NC	Ane	15	44
		<i>Banisteriopsis</i> sp1**	S, T, C, SS	NC	Ane	1	130
		<i>Banisteriopsis</i> sp2**	S, T, C, SS	NC	Ane	1	131
Byrsinaceae	<i>Byrsonima</i>	<i>Byrsonima coccobifolia</i> Kunth	S, T	NP	Zoo	17	35
		<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	S	NP	Zoo	69	11
		<i>Byrsonima pachyphylla</i> A.Juss.	S, T	NP	Zoo	3	99
		<i>Byrsonima</i> sp1**	S, T, H, SS	NC	Zoo	2	110
		<i>Byrsonima</i> sp2**	S, T, H, SS	NC	Zoo	7	75
		<i>Byrsonima</i> sp3**	S, T, H, SS	NC	Zoo	5	85
		<i>Byrsonima</i> sp4**	S, T, H, SS	NC	Zoo	1	132
		<i>Byrsonima</i> sp5**	S, T, H, SS	NC	Zoo	24	26
		<i>Byrsonima</i> sp6**	S, T, H, SS	NC	Zoo	17	36
		<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	S, T	NP	Zoo	1	133
Gen1*	-		S, T, H, C, SS	NC	Ane	1	134
	-		S, T, H, C, SS	NC	Ane	1	135

Table 1- Continuity

FAMILY	GENERA	SPECIES	HC	SC	DS	NI	AR
Malpighiaceae	Gen3*	-	S, T, H, C, SS	NC	Ane	1	136
	Gen4*	-	S, T, H, C, SS	NC	Ane	1	137
	<i>Heteropterys</i>	<i>Heteropterys eglandulosa</i> A.Juss.	C	NC	Ane	8	69
		<i>Heteropterys</i> sp1**	S, T, C, SS	NC	Ane	3	100
		<i>Heteropterys</i> sp2**	S, T, C, SS	NC	Ane	28	24
		<i>Heteropterys</i> sp3**	S, T, C, SS	NC	Ane	12	50
		<i>Heteropterys</i> sp4**	S, T, C, SS	NC	Ane	2	111
Melastomataceae	<i>Miconia</i>	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	S, T	P	Zoo	413	2
		<i>Miconia fallax</i> DC.	S	NP	zoo	313	3
		<i>Miconia ligustroides</i> (DC.) Naudin	S, T	P	Zoo	55	15
		<i>Miconia rubiginosa</i> (Bonpl.) DC.	S, T	P	Zoo	1	138
		<i>Miconia</i> sp1**	S, T, SS	NC	Zoo	18	34
		<i>Miconia</i> sp2**	S, T, C, SS	NC	Zoo	12	51
		<i>Miconia</i> sp3**	S, T, C, SS	NC	Zoo	21	28
		<i>Miconia</i> sp4**	S, T, C, SS	NC	Zoo	1	139
		<i>Miconia</i> sp5**	S, T, C, SS	NC	Zoo	1	140
		<i>Miconia</i> sp6**	S, T, C, SS	NC	Zoo	39	20
		<i>Miconia</i> sp7**	S, T, C, SS	NC	Zoo	15	45
		<i>Miconia stenostachya</i> DC.	S	P	Zoo	11	56
	<i>Microlicia</i>	<i>Microlicia serpyllifolia</i> D.Don	S	NC	Auto	3	101
	<i>Tibouchina</i>	<i>Tibouchina</i> sp1**	S, T, H, SS	NC	Auto	1	141
	<i>Trembleya</i>	<i>Trembleya parviflora</i> (D.Don) Cogn.	S, T	P	Auto	6	81
Meliaceae	<i>Cabralea</i>	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	T	p	Zoo	8	70
Moraceae	<i>Ficus</i>	<i>Ficus</i> sp1**	S, T	NC	Zoo	1	142
Myrtaceae	<i>Campomanesia</i>	<i>Campomanesia pubescens</i> (Mart. ex DC.) O.Berg	S, T	NP	Zoo	62	13
		<i>Campomanesia</i> sp1**	S, T, SS	NC	Zoo	1	143
	<i>Eugenia</i>	<i>Eugenia bimarginata</i> DC.	S	NP	zoo	2	112
		<i>Eugenia involucrata</i> DC.	S, T, SS	NP	Zoo	25	25
		<i>Eugenia punicifolia</i> (Kunth) DC.	S, SS	P	Zoo	3	102
		<i>Eugenia</i> sp1**	S, T, SS	NC	Zoo	1	144
		<i>Eugenia</i> sp2**	S, T, SS	NC	Zoo	1	145
	<i>Myrcia</i>	<i>Myrcia eriopus</i> DC.	S, C, SS	NC	Zoo	11	57

Table 1- Continuity

FAMILY	GENERA	SPECIES	HC	SC	DS	NI	AR
Myrtaceae	<i>Myrcia</i>	<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	T	NP	Zoo	6	82
		<i>Myrcia</i> sp1**	S, T, C, SS	NC	Zoo	1	146
		<i>Myrcia</i> sp2**	S, T, C, SS	NC	Zoo	9	66
		<i>Myrcia</i> sp3**	S, T, C, SS	NC	Zoo	1	147
		<i>Myrcia</i> sp4**	S, T, C, SS	NC	Zoo	1	148
		<i>Myrcia</i> sp5**	S, T, C, SS	NC	Zoo	3	103
		<i>Myrcia uberavensis</i> O.Berg	S	NP	Zoo	3	104
	<i>Psidium</i>	<i>Psidium grandifolium</i> Mart. ex DC.	S, SS	NP	Zoo	8	71
		<i>Psidium guineense</i> Sw.	S, T	NP	Zoo	21	29
		<i>Psidium</i> sp1**	S, T, SS	NC	Zoo	5	86
		<i>Psidium</i> sp2**	S, T, SS	NC	Zoo	10	60
		<i>Psidium</i> sp3**	S, T, SS	NC	Zoo	29	23
		<i>Psidium</i> sp4**	S, T, SS	NC	Zoo	5	87
		<i>Psidium</i> sp5**	S, T, SS	NC	Zoo	9	67
		<i>Psidium</i> sp6**	S, T, SS	NC	Zoo	7	76
		<i>Psidium</i> sp7**	S, T, SS	NC	Zoo	1	149
		<i>Psidium</i> sp8**	S, T, SS	NC	Zoo	4	92
		<i>Psidium</i> sp9**	S, T, SS	NC	Zoo	7	77
		<i>Psidium</i> sp10**	S, T, SS	NC	Zoo	2	113
Ochnaceae	<i>Ouratea</i>	<i>Ouratea hexasperma</i> (A.St.-Hil.) Baill.	T	P	Zoo	16	39
Pinaceae	<i>Pinus</i>	<i>Pinus caribaea</i> Morelet	T	NC	NC	90	9
Proteaceae	<i>Roupala</i>	<i>Roupala montana</i> Aubl.	S, T	NP	Ane	1	150
Rubiaceae	<i>Cordiera</i>	<i>Cordiera myrciifolia</i> (K.Schum.) C.H.Perss. & Delprete	S	NP	Zoo	2	114
		<i>Cordiera rigida</i> (K.Schum.) Kuntze	S, SS	NC	Zoo	10	61
		<i>Cordiera</i> sp1**	S, T, SS	NC	Zoo	2	115
		<i>Cordiera</i> sp2**	S, T, SS	NC	Zoo	2	116
		<i>Cordiera</i> sp3**	S, T, SS	NC	Zoo	12	52
		<i>Cordiera</i> sp4**	S, T, SS	NC	Zoo	17	37
	Gen1*	-	S, T, H, C, SS	NC	Zoo	1	151
	Gen2*	-	S, T, H, C, SS	NC	Zoo	2	117
	Gen3*	-	S, T, H, C, SS	NC	Zoo	3	105
	Gen4*	-	S, T, H, C, SS	NC	Zoo	17	38
	Gen5*	-	S, T, H, C, SS	NC	Zoo	1	152

Table 1- Continuity

FAMILY	GENERA	SPECIES	HC	SC	DS	NI	AR
Rubiaceae	Palicourea	<i>Palicourea rigida</i> Kunth	S, SS	P	Zoo	21	30
Rutaceae	Gen1*	-	S, T, H, SS	NC	NC	21	31
	Hortia	<i>Hortia brasiliiana</i> Vand. ex DC.	S, T	NP	Zoo	22	27
Salicaceae	Casearia	<i>Casearia grandiflora</i> Cambess.	S, T	NP	Zoo	4	93
		<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	S, T, SS	P	Zoo	10	62
Sapindaceae	Allophylus	<i>Allophylus</i> sp1**	S, T, C	NC	Zoo	5	88
Sapotaceae	Pouteria	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	S, T	NP	Zoo	1	153
Solanaceae	Gen1*	-	S, T, H, C, SS	NC	NC	1	154
	Solanum	<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	S, T	P	Zoo	15	46
Styracaceae	Styrax	<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	T, S	NP	Zoo	7	78
Urticaceae	Cecropia	<i>Cecropia</i> sp1**	T	NC	Zoo	1	155
Vochysiaceae	Qualea	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	S, T	NP	Ane	2	118

1

1 **Table 2:** Structural parameters of families, ordered by value of importance, sampled in the murundus field area
 2 in Nova Monte Carmelo Farm in Minas Gerais, Brazil. N- number of individuals, IVI- importance value index,
 3 AD - absolute density, RD - relative density, AF - absolute frequency, RF - real frequency, ADo -absolute
 4 dominance, RDo - relative dominance and SN - number of species.

FAMÍLIAS	N	IVI	AD	RD	AF	RF	ADo	RDo	SN
Melastomataceae	910	42.17	227.5	24.37	50	5.09	0.13	12.71	15
Pinaceae	90	39.04	22.5	2.41	62.5	6.36	0.31	30.27	1
Asteraceae	480	25.36	120	12.85	82.5	8.4	0.04	4.11	11
Bignoniaceae	508	24.8	127	13.6	82.5	8.4	0.03	2.8	5
Fabaceae	240	22.98	60	6.43	70	7.12	0.1	9.43	11
Myrtaceae	238	18.28	59.5	6.37	65	6.62	0.05	5.29	27
Erythroxylaceae	222	18.04	55.5	5.95	67.5	6.87	0.05	5.22	3
Malpighiaceae	235	16.28	58.8	6.29	65	6.62	0.03	3.37	25
Apocynaceae	66	11	16.5	1.77	25	2.54	0.07	6.69	5
Lauraceae	148	10.03	37	3.96	37.5	3.82	0.02	2.25	3
Ebenaceae	106	9.59	26.5	2.84	32.5	3.31	0.04	3.44	2
Rubiaceae	90	7.51	22.5	2.41	37.5	3.82	0.01	1.28	12
Chrysobalanaceae	108	6.78	27	2.89	15	1.53	0.02	2.36	1
Annonaceae	39	5.95	9.8	1.04	45	4.58	0	0.32	4
Calophyllaceae	37	5.82	9.3	0.99	27.5	2.8	0.02	2.03	3
Rutaceae	43	4.84	10.8	1.15	27.5	2.8	0.01	0.89	2
Ochnaceae	16	4.11	4	0.43	20	2.04	0.02	1.65	1
Dilleniaceae	43	4.04	10.8	1.15	22.5	2.29	0.01	0.6	1
Sapotaceae	1	2.61	0.3	0.03	2.5	0.25	0.02	2.33	1
Solanaceae	16	2.18	4	0.43	12.5	1.27	0.01	0.48	2
Burseraceae	11	2.11	2.8	0.29	17.5	1.78	0	0.04	1
Meliaceae	8	2.11	2	0.21	17.5	1.78	0	0.11	1
Salicaceae	14	2.01	3.5	0.37	15	1.53	0	0.11	2
Euphorbiaceae	11	1.87	2.8	0.29	15	1.53	0	0.04	1
Connaraceae	11	1.84	2.8	0.29	12.5	1.27	0	0.27	2
Styracaceae	7	1.25	1.8	0.19	10	1.02	0	0.05	1
Lamiaceae	9	1.21	2.3	0.24	7.5	0.76	0	0.21	1
Vochysiaceae	2	0.94	0.5	0.05	5	0.51	0	0.38	1
Hippocrateaceae	5	0.91	1.3	0.13	7.5	0.76	0	0.01	1
Caryocaraceae	3	0.73	0.8	0.08	5	0.51	0	0.14	1

Table 2- Continuity

<i>FAMILIAS</i>	<i>N</i>	<i>IVI</i>	<i>AD</i>	<i>RD</i>	<i>AF</i>	<i>RF</i>	<i>ADO</i>	<i>RDO</i>	<i>SN</i>
Arecaceae	2	0.66	0.5	0.05	2.5	0.25	0	0.35	1
Proteaceae	1	0.62	0.3	0.03	2.5	0.25	0	0.34	1
Moraceae	1	0.55	0.3	0.03	2.5	0.25	0	0.27	1
Aquifoliceae	5	0.48	1.3	0.13	2.5	0.25	0	0.09	1
Sapindaceae	5	0.43	1.3	0.13	2.5	0.25	0	0.04	1
Urticaceae	1	0.3	0.3	0.03	2.5	0.25	0	0.02	1
Loganiaceae	1	0.29	0.3	0.03	2.5	0.25	0	0.01	1
Ericaceae	1	0.28	0.3	0.03	2.5	0.25	0	0	1

1

1 **Table 3:** Structural parameters of species, ordered by value of importance, sampled in the murundus field area
 2 in Nova Monte Carmelo Farm in Minas Gerais, Brazil., RD - relative density, RF - real frequency, RDo -
 3 relative dominance, IVI - importance value index, AD - absolute density, AF- absolute frequency, ADo-
 4 absolute domino and PP- presence in plots.

SPECIES	FAMILY	RD	RF	RDo	IVI	N	PP	AD	AF	Ado
<i>Pinus caribaea</i>	Pinaceae	2.41	3.69	30.27	36.37	90	25	22.5	62.5	0.31
<i>Jacaranda caroba</i>	Bignoniaceae	12.45	4.87	2.14	19.46	465	33	116.3	82.5	0.02
<i>Miconia albicans</i>	Melastomataceae	11.06	2.06	6.27	19.39	413	14	103.3	35	0.06
<i>Erythroxylum suberosum</i>	Erythroxylaceae	5.81	3.98	5.2	15	217	27	54.3	67.5	0.05
<i>Miconia fallax</i>	Melastomataceae	8.38	1.77	4.5	14.65	313	12	78.3	30	0.05
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	Asteraceae	6.35	2.06	1.56	9.97	237	14	59.3	35	0.02
<i>Ocotea</i> sp3	Lauraceae	3.91	2.06	2.22	8.2	146	14	36.5	35	0.02
<i>Chresta sphaerocephala</i>	Asteraceae	3.64	2.06	0.56	6.27	136	14	34	35	0.01
<i>Dalbergia miscolobium</i>	Fabaceae	1.53	2.21	2.51	6.25	57	15	14.3	37.5	0.03
<i>Parinari obtusifolia</i>	Chrysobalanaceae	2.89	0.88	2.36	6.14	108	6	27	15	0.02
<i>Bauhinia holophylla</i>	Fabaceae	2.28	1.92	1.56	5.76	85	13	21.3	32.5	0.02
<i>Byrsonima intermedia</i>	Malpighiaceae	1.85	2.06	0.91	4.83	69	14	17.3	35	0.01
<i>Diospyros</i> sp2	Ebenaceae	1.77	1.18	1.87	4.82	66	8	16.5	20	0.02
<i>Diospyros</i> sp1	Ebenaceae	1.07	0.88	1.57	3.53	40	6	10	15	0.02
<i>Campomanesia pubescens</i>	Myrtaceae	1.66	1.47	0.27	3.4	62	10	15.5	25	0
<i>Miconia ligustroides</i>	Melastomataceae	1.47	1.33	0.56	3.36	55	9	13.8	22.5	0.01
<i>Ouratea hexasperma</i>	Ochnaceae	0.43	1.18	1.65	3.26	16	8	4	20	0.02
<i>Leptolobium dasycarpum</i>	Fabaceae	1.21	0.88	1.11	3.2	45	6	11.3	15	0.01
<i>Eugenia involucrata</i>	Myrtaceae	0.67	1.03	1.49	3.19	25	7	6.3	17.5	0.02
<i>Davilla elliptica</i>	Dilleniaceae	1.15	1.33	0.6	3.08	43	9	10.8	22.5	0.01
<i>Hancornia speciosa</i>	Apocynaceae	0.08	0.44	2.41	2.94	3	3	0.8	7.5	0.02
<i>Chromolaena chaseae</i>	Asteraceae	1.15	1.47	0.19	2.81	43	10	10.8	25	0
<i>Tabernaemontana hystrix</i>	Apocynaceae	0.94	1.18	0.67	2.78	35	8	8.8	20	0.01
<i>Kielmeyera grandiflora</i>	Calophyllaceae	0.54	0.74	1.3	2.57	20	5	5	12.5	0.01
<i>Hortia brasiliiana</i>	Rutaceae	0.59	1.47	0.5	2.57	22	10	5.5	25	0.01
<i>Psidium</i> sp3	Myrtaceae	0.78	1.18	0.59	2.55	29	8	7.3	20	0.01
<i>Pouteria ramiflora</i>	Sapotaceae	0.03	0.15	2.33	2.5	1	1	0.3	2.5	0.02
<i>Dimorphandra mollis</i>	Fabaceae	0.4	0.88	1.17	2.45	15	6	3.8	15	0.01
<i>Apocynaceae</i> Gen1	Apocynaceae	0.4	0.29	1.74	2.44	15	2	3.8	5	0.02
<i>Aspidosperma cuspa</i>	Apocynaceae	0.27	0.44	1.67	2.38	10	3	2.5	7.5	0.02
<i>Palicourea rígida</i>	Rubiaceae	0.56	1.33	0.32	2.21	21	9	5.3	22.5	0
<i>Cordiera</i> sp4	Rubiaceae	0.46	1.47	0.26	2.19	17	10	4.3	25	0

Table 3- Continuity

SPECIES	FAMILY	RD	RF	RDO	IVI	N	PP	DA	FA	DOA
<i>Byrsonima cocolobifolia</i>	Malpighiaceae	0.46	0.88	0.68	2.02	17	6	4.3	15	0.01
<i>Heteropterys</i> sp2	Malpighiaceae	0.75	1.03	0.22	2	28	7	7	17.5	0
<i>Duguetia furfuracea</i>	Annonaceae	0.35	1.47	0.12	1.94	13	10	3.3	25	0
<i>Fabaceae</i> Gen1	Fabaceae	0.4	0.44	1.01	1.86	15	3	3.8	7.5	0.01
<i>Banisteriopsis oxyclada</i>	Malpighiaceae	0.4	1.33	0.09	1.82	15	9	3.8	22.5	0
<i>Kielmeyera</i> sp1	Calophyllaceae	0.37	0.74	0.7	1.81	14	5	3.5	12.5	0.01
<i>Miconia</i> sp6	Melastomataceae	1.04	0.44	0.32	1.8	39	3	9.8	7.5	0
<i>Stryphnodendron adstringens</i>	Fabaceae	0.24	0.59	0.94	1.77	9	4	2.3	10	0.01
<i>Piptocarpha rotundifolia</i>	Asteraceae	0.4	0.15	1.1	1.65	15	1	3.8	2.5	0.01
<i>Miconia</i> sp3	Melastomataceae	0.56	0.88	0.21	1.65	21	6	5.3	15	0
<i>Byrsonima</i> sp5	Malpighiaceae	0.64	0.44	0.53	1.62	24	3	6	7.5	0.01
<i>Psidium guineense</i>	Myrtaceae	0.56	0.44	0.61	1.61	21	3	5.3	7.5	0.01
<i>Fridericia</i> sp1	Bignoniaceae	0.78	0.59	0.25	1.61	29	4	7.3	10	0
<i>Miconia</i> sp1	Melastomataceae	0.48	0.88	0.22	1.59	18	6	4.5	15	0
<i>Annona crassiflora</i>	Annonaceae	0.24	1.18	0.12	1.54	9	8	2.3	20	0
<i>Cordiera</i> sp3	Rubiaceae	0.32	1.03	0.14	1.49	12	7	3	17.5	0
<i>Solanum lycocarpum</i>	Solanaceae	0.4	0.59	0.48	1.47	15	4	3.8	10	0
<i>Chromolaena laevigata</i>	Asteraceae	0.37	1.03	0.05	1.46	14	7	3.5	17.5	0
<i>Eupatorium</i> sp1	Asteraceae	0.51	0.74	0.13	1.38	19	5	4.8	12.5	0
<i>Cabralea canjerana</i>	Meliaceae	0.21	1.03	0.11	1.36	8	7	2	17.5	0
<i>Protium</i> sp1	Burseraceae	0.29	1.03	0.04	1.36	11	7	2.8	17.5	0
<i>Psidium</i> sp2	Myrtaceae	0.27	0.88	0.2	1.35	10	6	2.5	15	0
<i>Heteropterys</i> sp3	Malpighiaceae	0.32	0.88	0.1	1.31	12	6	3	15	0
<i>Myrcia</i> sp2	Myrtaceae	0.24	0.88	0.13	1.25	9	6	2.3	15	0
<i>Annona tomentosa</i>	Annonaceae	0.29	0.88	0.05	1.23	11	6	2.8	15	0
<i>Maprounea guianensis</i>	Euphorbiaceae	0.29	0.88	0.04	1.22	11	6	2.8	15	0
<i>Byrsonima</i> sp6	Malpighiaceae	0.46	0.59	0.16	1.21	17	4	4.3	10	0
<i>Stryphnodendron rotundifolium</i>	Fabaceae	0.19	0.29	0.7	1.19	7	2	1.8	5	0.01
<i>Rutaceae</i> Gen1	Rutaceae	0.56	0.15	0.39	1.1	21	1	5.3	2.5	0
<i>Miconia</i> sp7	Melastomataceae	0.4	0.44	0.2	1.05	15	3	3.8	7.5	0
<i>Connarus suberosus</i>	Connaraceae	0.21	0.59	0.24	1.04	8	4	2	10	0
<i>Myrcia eriopus</i>	Myrtaceae	0.29	0.29	0.45	1.04	11	2	2.8	5	0
<i>Chresta</i> sp1	Asteraceae	0.19	0.59	0.26	1.04	7	4	1.8	10	0
<i>Rubiaceae</i> Gen4	Rubiaceae	0.46	0.29	0.28	1.03	17	2	4.3	5	0
<i>Byrsonima</i> sp3	Malpighiaceae	0.13	0.59	0.29	1.02	5	4	1.3	10	0
<i>Psidium</i> sp5	Myrtaceae	0.24	0.59	0.14	0.97	9	4	2.3	10	0
<i>Psidium grandifolium</i>	Myrtaceae	0.21	0.59	0.15	0.96	8	4	2	10	0
<i>Cordiera rígida</i>	Rubiaceae	0.27	0.59	0.09	0.95	10	4	2.5	10	0
<i>Psidium</i> sp1	Myrtaceae	0.13	0.74	0.08	0.95	5	5	1.3	12.5	0

Table 3- Continuity

SPECIES	FAMILY	RD	RF	IVI	N	PP	DA	FA	DOA	
<i>Handroanthus ochraceus</i>	Bignoniaceae	0.16	0.59	0.19	0.94	6	4	1.5	10	0
<i>Trembleya parviflora</i>	Melastomataceae	0.16	0.59	0.17	0.92	6	4	1.5	10	0
<i>Annona monticola</i>	Annonaceae	0.16	0.74	0.03	0.92	6	5	1.5	12.5	0
<i>Aegiphila verticillata</i>	Lamiaceae	0.24	0.44	0.21	0.89	9	3	2.3	7.5	0
<i>Psidium</i> sp6	Myrtaceae	0.19	0.59	0.1	0.87	7	4	1.8	10	0
<i>Heteropterys eglandulosa</i>	Malpighiaceae	0.21	0.59	0.03	0.83	8	4	2	10	0
<i>Styrax ferrugineus</i>	Styracaceae	0.19	0.59	0.05	0.82	7	4	1.8	10	0
<i>Casearia sylvestris</i>	Salicaceae	0.27	0.44	0.1	0.81	10	3	2.5	7.5	0
<i>Miconia</i> sp2	Melastomataceae	0.32	0.29	0.18	0.8	12	2	3	5	0
<i>Psidium</i> sp9	Myrtaceae	0.19	0.44	0.16	0.79	7	3	1.8	7.5	0
<i>Psidium</i> sp4	Myrtaceae	0.13	0.59	0.06	0.79	5	4	1.3	10	0
<i>Handroanthus</i> sp1	Bignoniaceae	0.19	0.44	0.13	0.76	7	3	1.8	7.5	0
<i>Qualea grandiflora</i>	Vochysiaceae	0.05	0.29	0.38	0.73	2	2	0.5	5	0
<i>Psidium</i> sp8	Myrtaceae	0.11	0.44	0.16	0.71	4	3	1	7.5	0
<i>Casearia grandiflora</i>	Salicaceae	0.11	0.59	0.01	0.71	4	4	1	10	0
<i>Byrsonima</i> sp2	Malpighiaceae	0.19	0.44	0.07	0.7	7	3	1.8	7.5	0
<i>Miconia stenostachya</i>	Melastomataceae	0.29	0.29	0.05	0.64	11	2	2.8	5	0
<i>Senna pendula</i> var. <i>glabrata</i>	Fabaceae	0.11	0.44	0.09	0.64	4	3	1	7.5	0
<i>Banisteriopsis laevis</i> <i>folia</i>	Malpighiaceae	0.27	0.29	0.06	0.63	10	2	2.5	5	0
<i>Myrcia guianensis</i>	Myrtaceae	0.16	0.44	0.02	0.62	6	3	1.5	7.5	0
<i>Peritassa campestris</i>	Hippocrateaceae	0.13	0.44	0.01	0.59	5	3	1.3	7.5	0
<i>Erythroxylum campestre</i>	Erythroxylaceae	0.11	0.44	0.01	0.56	4	3	1	7.5	0
<i>Malpighiaceae</i> Gen2	Malpighiaceae	0.08	0.44	0.04	0.56	3	3	0.8	7.5	0
<i>Arecaceae</i> Gen1	Arecaceae	0.05	0.15	0.35	0.55	2	1	0.5	2.5	0
<i>Byrsonima pachyphylla</i>	Malpighiaceae	0.08	0.44	0.01	0.54	3	3	0.8	7.5	0
<i>Microlicia serpyllifolia</i>	Melastomataceae	0.08	0.44	0.01	0.54	3	3	0.8	7.5	0
<i>Eugenia bimarginata</i>	Myrtaceae	0.05	0.29	0.16	0.51	2	2	0.5	5	0
<i>Roupala montana</i>	Proteaceae	0.03	0.15	0.34	0.51	1	1	0.3	2.5	0
<i>Caryocar brasiliense</i>	Caryocaraceae	0.08	0.29	0.14	0.51	3	2	0.8	5	0
<i>Asteraceae</i> Gen1	Asteraceae	0.11	0.15	0.23	0.48	4	1	1	2.5	0
<i>Inga</i> sp1	Fabaceae	0.03	0.15	0.3	0.47	1	1	0.3	2.5	0
<i>Ficus</i> sp1	Moraceae	0.03	0.15	0.27	0.45	1	1	0.3	2.5	0
<i>Aspidosperma tomentosum</i>	Apocynaceae	0.08	0.15	0.21	0.43	3	1	0.8	2.5	0
<i>Myrcia</i> sp3	Myrtaceae	0.03	0.15	0.24	0.42	1	1	0.3	2.5	0
<i>Myrcia uberavensis</i>	Myrtaceae	0.08	0.29	0.04	0.42	3	2	0.8	5	0
<i>Connarus</i> sp1	Connaraceae	0.08	0.29	0.04	0.41	3	2	0.8	5	0
<i>Kilmeyera corymbosa</i>	Calophyllaceae	0.08	0.29	0.03	0.41	3	2	0.8	5	0
<i>Heteropterys</i> sp1	Malpighiaceae	0.08	0.29	0.03	0.4	3	2	0.8	5	0
<i>Myrcia</i> sp5	Myrtaceae	0.08	0.29	0.01	0.39	3	2	0.8	5	0

Table 3- Continuity

SPECIES	FAMILY	RD	RF	RDO	IVI	N	PP	DA	FA	DOA
<i>Ilex</i> sp1	Aquifoliaceae	0.13	0.15	0.09	0.37	5	1	1.3	2.5	0
<i>Byrsonima</i> sp1	Malpighiaceae	0.05	0.29	0.01	0.36	2	2	0.5	5	0
<i>Cordiera myrciifolia</i>	Rubiaceae	0.05	0.29	0.02	0.36	2	2	0.5	5	0
<i>Baccharis</i> sp1	Asteraceae	0.05	0.29	0.01	0.36	2	2	0.5	5	0
<i>Banisteriopsis campestris</i>	Malpighiaceae	0.05	0.29	0.01	0.35	2	2	0.5	5	0
<i>Psidium</i> sp10	Myrtaceae	0.05	0.29	0.01	0.35	2	2	0.5	5	0
<i>Allophylus</i> sp1	Sapindaceae	0.13	0.15	0.04	0.32	5	1	1.3	2.5	0
<i>Rubiaceae</i> Gen3	Rubiaceae	0.08	0.15	0.08	0.31	3	1	0.8	2.5	0
<i>Myrcia</i> sp1	Myrtaceae	0.03	0.15	0.1	0.27	1	1	0.3	2.5	0
<i>Handroanthus</i> sp2	Bignoniaceae	0.03	0.15	0.09	0.26	1	1	0.3	2.5	0
<i>Campomanesia</i> sp1	Myrtaceae	0.03	0.15	0.08	0.25	1	1	0.3	2.5	0
<i>Eugenia punicifolia</i>	Myrtaceae	0.08	0.15	0.01	0.24	3	1	0.8	2.5	0
<i>Cordiera</i> sp2	Rubiaceae	0.05	0.15	0.03	0.23	2	1	0.5	2.5	0
<i>Byrsonima</i> sp4	Malpighiaceae	0.03	0.15	0.06	0.23	1	1	0.3	2.5	0
<i>Cordiera</i> sp1	Rubiaceae	0.05	0.15	0.02	0.22	2	1	0.5	2.5	0
<i>Andira humilis</i>	Fabaceae	0.03	0.15	0.03	0.21	1	1	0.3	2.5	0
<i>Ayapana</i> sp1	Asteraceae	0.05	0.15	0.01	0.21	2	1	0.5	2.5	0
<i>Heteropterys</i> sp4	Malpighiaceae	0.05	0.15	0.01	0.21	2	1	0.5	2.5	0
<i>Rubiaceae</i> sp2	Rubiaceae	0.05	0.15	0	0.21	2	1	0.5	2.5	0
<i>Ocotea</i> sp1	Lauraceae	0.03	0.15	0.03	0.2	1	1	0.3	2.5	0
<i>Rubiaceae</i> Gen5	Rubiaceae	0.03	0.15	0.03	0.2	1	1	0.3	2.5	0
<i>Byrsonima verbascifolia</i>	Malpighiaceae	0.03	0.15	0.03	0.2	1	1	0.3	2.5	0
<i>Antonia ovata</i>	Loganiaceae	0.03	0.15	0.01	0.19	1	1	0.3	2.5	0
<i>Cecropia</i> sp1	Urticaceae	0.03	0.15	0.02	0.19	1	1	0.3	2.5	0
<i>Eugenia</i> sp2	Myrtaceae	0.03	0.15	0.01	0.19	1	1	0.3	2.5	0
<i>Miconia</i> sp4	Melastomataceae	0.03	0.15	0.01	0.19	1	1	0.3	2.5	0
<i>Myrcia</i> sp4	Myrtaceae	0.03	0.15	0.02	0.19	1	1	0.3	2.5	0
<i>Banisteriopsis argyrophylla</i>	Malpighiaceae	0.03	0.15	0.01	0.18	1	1	0.3	2.5	0
<i>Ayapana</i> sp2	Asteraceae	0.03	0.15	0	0.18	1	1	0.3	2.5	0
<i>Banisteriopsis</i> sp1	Malpighiaceae	0.03	0.15	0	0.18	1	1	0.3	2.5	0
<i>Banisteriopsis</i> sp2	Malpighiaceae	0.03	0.15	0	0.18	1	1	0.3	2.5	0
<i>Erythroxylum tortuosum</i>	Erythroxylaceae	0.03	0.15	0.01	0.18	1	1	0.3	2.5	0
<i>Eugenia</i> sp1	Myrtaceae	0.03	0.15	0	0.18	1	1	0.3	2.5	0
<i>Gaylussacia brasiliensis</i>	Ericaceae	0.03	0.15	0	0.18	1	1	0.3	2.5	0
<i>Malpighiaceae</i> Gen1	Malpighiaceae	0.03	0.15	0.01	0.18	1	1	0.3	2.5	0
<i>Malpighiaceae</i> Gen3	Malpighiaceae	0.03	0.15	0	0.18	1	1	0.3	2.5	0
<i>Malpighiaceae</i> Gen4	Malpighiaceae	0.03	0.15	0	0.18	1	1	0.3	2.5	0
<i>Miconia rubiginosa</i>	Melastomataceae	0.03	0.15	0.01	0.18	1	1	0.3	2.5	0
<i>Miconia</i> sp5	Melastomataceae	0.03	0.15	0	0.18	1	1	0.3	2.5	0

Table 3- Continuity

SPECIES	FAMILY	RD	RF	RDO	IVI	N	PP	DA	FA	DOA
<i>Ocotea</i> sp2	Lauraceae	0.03	0.15	0	0.18	1	1	0.3	2.5	0
<i>Psidium</i> sp7	Myrtaceae	0.03	0.15	0	0.18	1	1	0.3	2.5	0
<i>Rubiaceae</i> Gen1	Rubiaceae	0.03	0.15	0	0.18	1	1	0.3	2.5	0
<i>Solanaceae</i> Gen1	Solanaceae	0.03	0.15	0	0.18	1	1	0.3	2.5	0
<i>Tibouchina</i> sp1	Melastomataceae	0.03	0.15	0	0.18	1	1	0.3	2.5	0
<i>Vigna</i> sp1	Fabaceae	0.03	0.15	0	0.18	1	1	0.3	2.5	0

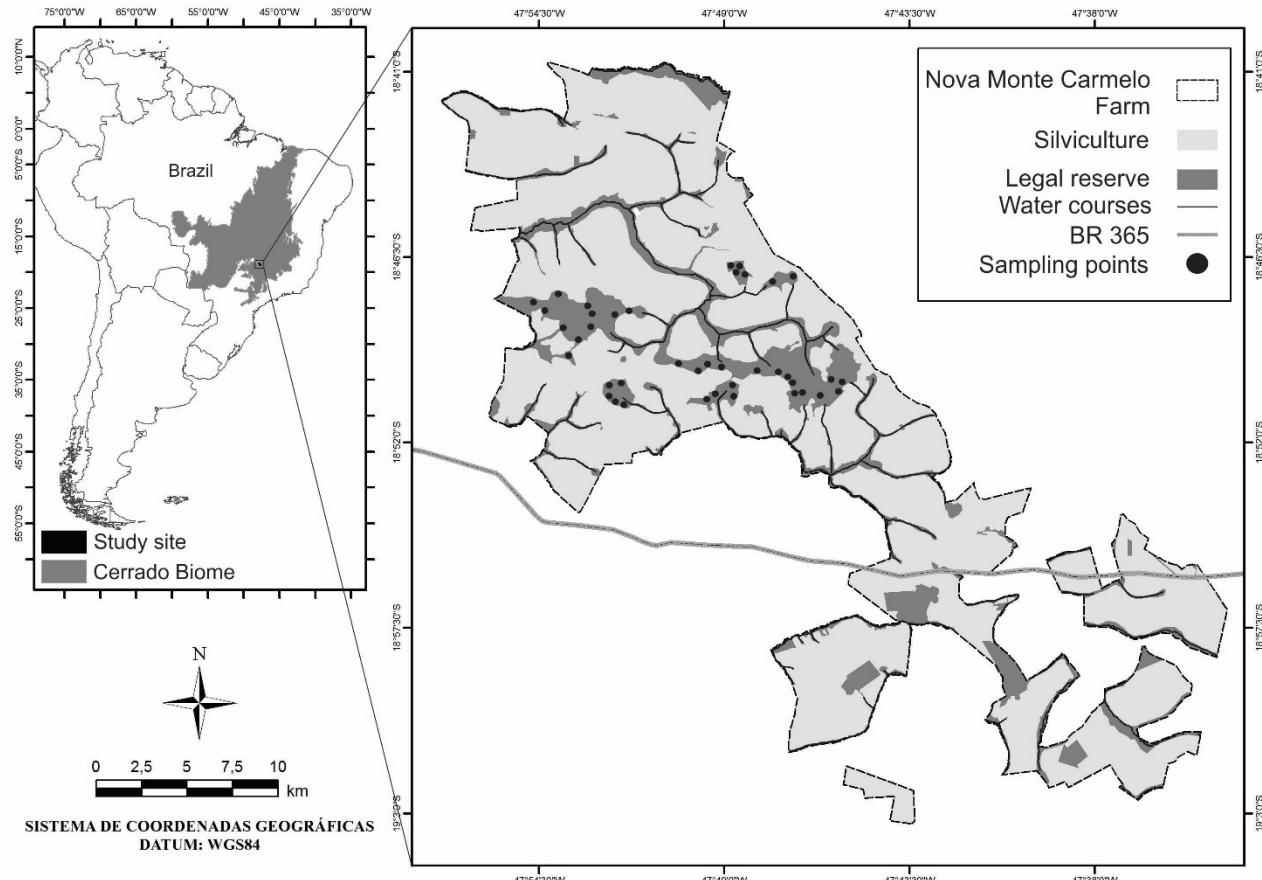
1

1 **6.2 Figures**

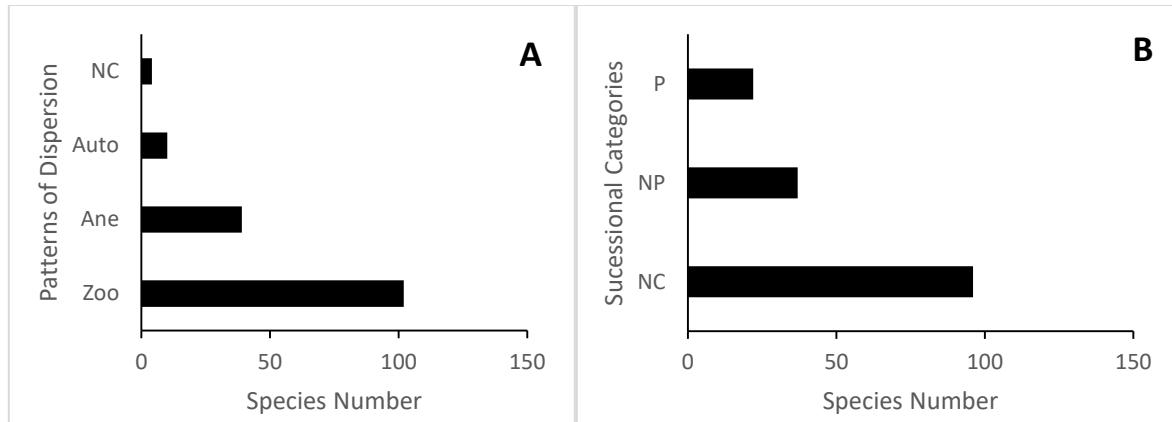
2 **Fig. 1.** Location of the study area in the murundus sampled fields in Nova Monte Carmelo Farm, in the state of
3 Minas Gerais, Brazil.



1 **Fig. 2.** Location of the study area and distribution of the 40 plots of 50 × 20 m in the murundus sampled fields
 2 in Nova Monte Carmelo Farm, in the state of Minas Gerais, Brazil.



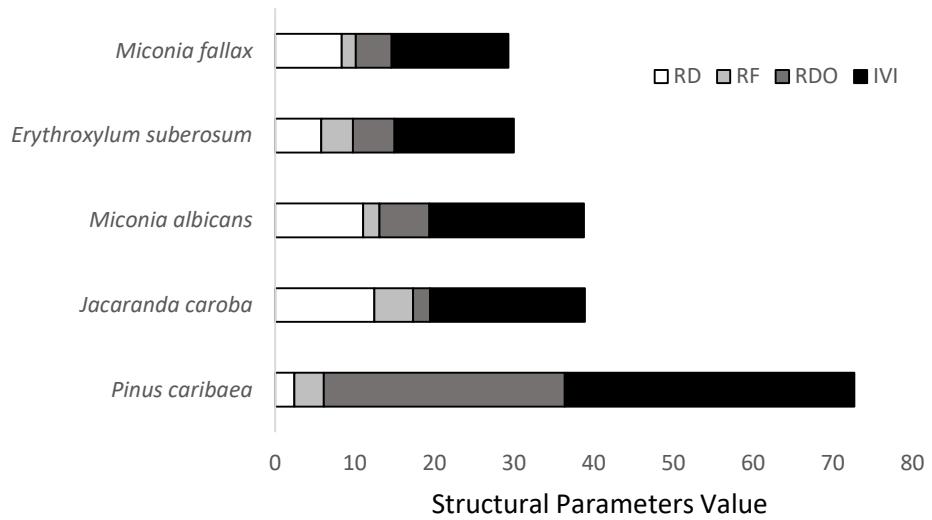
1 **Fig. 3.** Distribution of species plant, by dispersion syndrome (A) and successional category (B), sampled in
2 area of murundus fields in Nova Monte Carmelo Farm in Minas Gerais, Brazil. Zoo- zoothory, Ane-
3 anemochory, Auto- autochory, NC- no-clasified, NP- no-pioneer and P- pioneer.



4

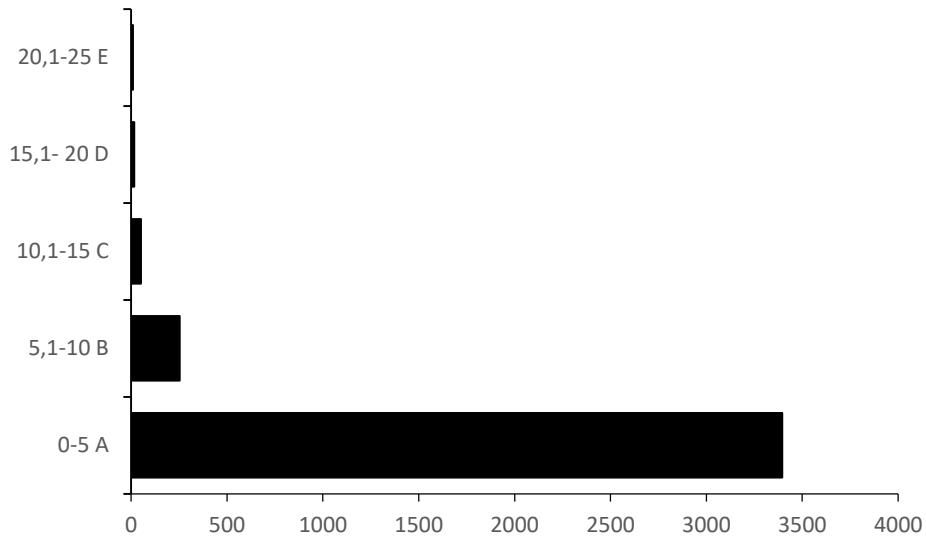
5

1 **Fig. 4.** Structural parameters of species plant, as five species with higher importance value index, sampled in
2 the murundus field area in Nova Monte Carmelo Farm in Minas Gerais, Brazil., RD - relative density, RF - real
3 frequency, RDO - relative dominance, IVI – importance value index.

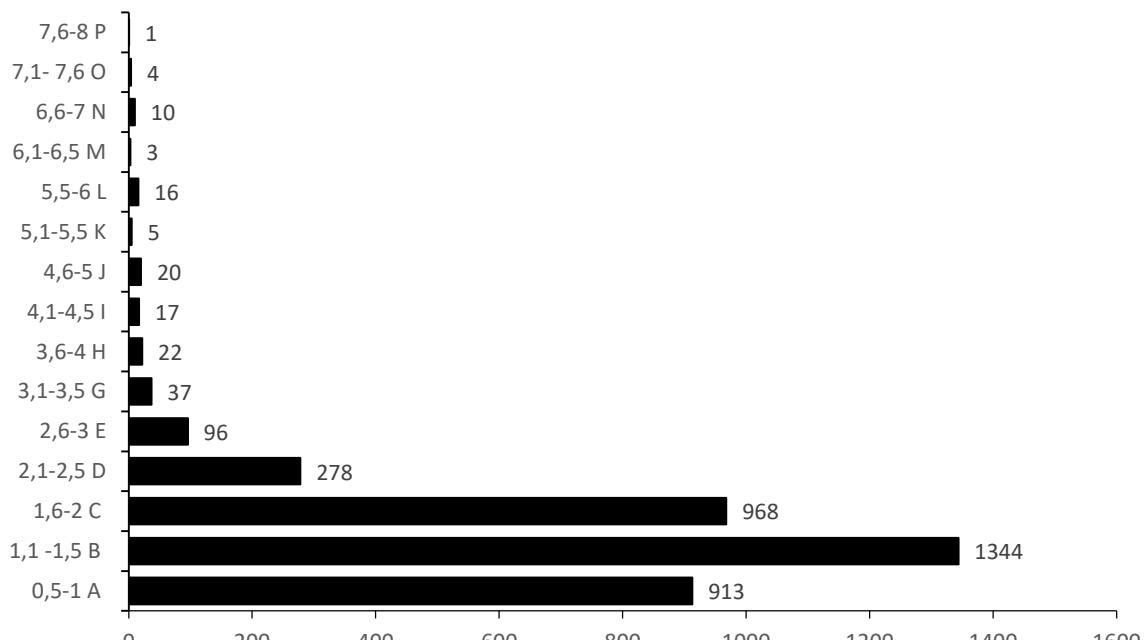


4

1 **Fig. 5.** Diameter of distribution of species plant sampled in area of murundus fields in Nova Monte Carmelo
2 Farm in Minas Gerais, Brazil.



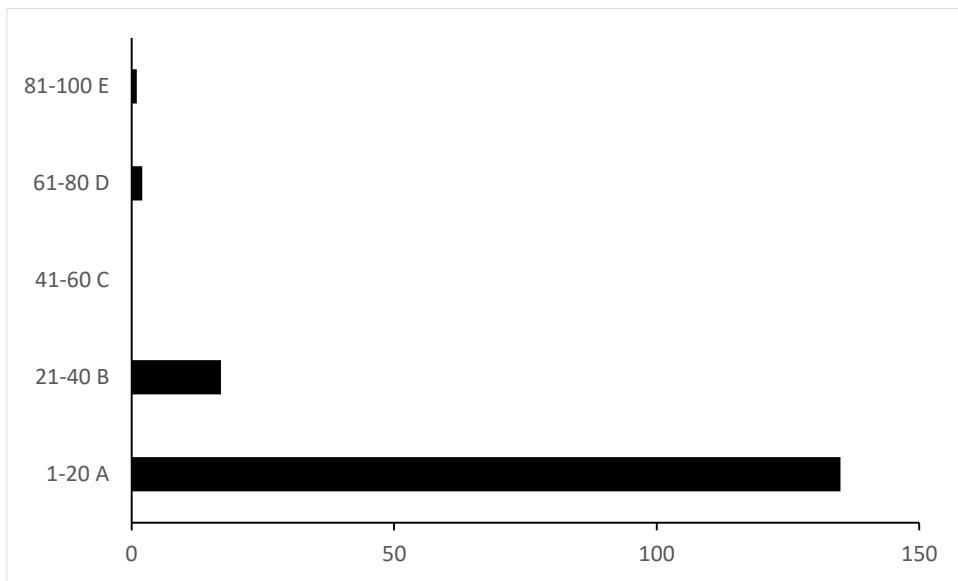
3
4 **Fig. 6.** High of distribuiton of species plant sampled in area of murundus fields in Nova Monte Carmelo Farm
5 in Minas Gerais, Brazil.



6
7

1 **Fig. 7.** Frequency of distribution of species plant sampled in area of murundus fields in New Monte Carmelo
2 Farm in Minas Gerais, Brazil.

3



Capítulo 2

2

3 Diversidade de espécies lenhosas em áreas de campos de murundus, em
4 cultivo de silvicultura, abandonadas a 20 anos para regeneração natural.

5

6 Ana Carolina Costa Santos ^{a*}, Wanessa Rejane Almeida ^a, Jean Carlos Santos ^a

⁷ ^a Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais,
⁸ Brasil.

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

20 * Capítulo escrito seguindo as normas do periódico *Forest Ecology and Management*

21 **Resumo:** A exploração intensa e descontrolada do Cerrado tem contribuído para a
22 descaracterização desse bioma e, principalmente, devido à perda de áreas mais sensíveis às
23 perturbações geradas pela degradação ambiental. Como as fitofisionomias do Cerrado de área
24 úmida são aparentemente as mais vulneráveis aos efeitos da degradação, os campos de
25 murundus tem sido alvo de perturbações frequentes. E outro agravante, é que não existem
26 estudos sobre o processo de regeneração em áreas de campos de murundus. Isto gerou uma
27 motivação para investigar a composição florística em uma área com quatro níveis de
28 regeneração natural. Foram estabelecidas 40 parcelas permanentes de 50x20 m, divididas em
29 4 grupos com 10 parcelas cada, onde foram identificadas todas as plantas arbóreas vivas com
30 diâmetro do tronco na base $\geq 1\text{cm}$ e altura $\geq 0,5\text{ m}$. Os principais resultados deste estudo
31 foram: (1) houve diferenças entre a composição de espécies nos diferentes níveis de
32 regeneração; e (2) abundância e riqueza aumentaram ao longo níveis de regeneração.
33 Baseado nestes resultados, este estudo mostrou a existência de diferenças no processo de
34 regeneração natural das áreas estudadas. Além disso, ele evidencia a necessidade de mais
35 estudos sobre regeneração natural em fitofisionomias de áreas úmidas do Cerrado, como os
36 campos de murundus.

37

38 **Palavras-chave:** Cerrado, perturbação, *Pinus caribaea*, silvicultura, sucessão ecológica.

39

40 **Abstract:** The intense and uncontrolled exploitation of the Cerrado has contributed to the
41 decharacterization of this biome and, mainly, the loss of areas more sensitive to the
42 disturbances generated by the environmental degradation. The physiognomies of the wetland
43 Cerrado are apparently the most vulnerable to the effects of degradation. Thus, murundus
44 fields have been the subject of frequent disturbances, but there are no studies on regeneration
45 in those areas of murundus fields. This generated a motivation to investigate floristic
46 composition in an area with four levels of natural regeneration. 40 permanent plots of 50x20
47 m were established, divided into 4 groups with 10 plots each, where all the live tree plants
48 with trunk diameter at the base \geq 1cm and height \geq 0.5 m were identified. The main results
49 of this study were: (1) there were differences between species composition at different levels
50 of regeneration; and (2) abundance and wealth increased throughout regeneration levels.
51 Based on these results, this study showed the existence of differences in the natural
52 regeneration process of the studied areas. In addition, it evidences the necessity of further
53 studies on natural regeneration in phytophysiognomies of Cerrado wetlands, such as
54 murundus fields.

55

56 **Keywords:** Cerrado, disturbance, ecological succession, *Pinus*, sylviculture.

57

58 **1. Introdução**

59 O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, ocupando cerca de 23% do território
60 nacional, abrangendo 17 estados brasileiros (Ribeiro & Walter 1998; Rocha *et al.* 2015). No
61 entanto, cerca de 50% da área original do Cerrado foi destruída por ação antrópica (Machado
62 *et al.*, 2004). Atualmente, as taxas de desmatamento do Cerrado são mais altas do que as da
63 Floresta Amazônica, e isso pode ser devido ao Código Florestal exigir que apenas 20% da
64 floresta nativa do Cerrado sejam mantidas como reserva legal em fazendas, já na Amazônia
65 80% da área deve ser preservada (Klink & Machado, 2005). As altas taxas de degradação,
66 grande diversidade de habitats e alto grau de endemismo (cerca de 40% da flora) do Cerrado
67 contribuíram para que este bioma seja considerado um *Hotspots* Global de Biodiversidade
68 (Da-Silva-Couto *et al.*, 2010, Fichino *et al.*, 2016, Myers *et al.*, 2000; Ratter *et al.*, 2003).

69 A exploração intensa e descontrolada do Cerrado contribuiu para a descaracterização das
70 fitofisionomias do bioma, através de fatores que levam à perda de biodiversidade, como por
71 exemplo, a diminuição de fauna e flora. Além de gerar problemas na reprodução e dispersão
72 de sementes, no aumento de espécies invasoras, na contaminação do solo, nos regimes de
73 fogo e na ciclagem de nutrientes (Durigan, 1998; Jepson, 2005). A degradação de áreas de
74 Cerrado é devido a distúrbios e/ou degradações ambientais, que atualmente estão
75 relacionadas ao uso da terra para agricultura moderna, plantio de soja, milho, cana-de-açúcar,
76 entre outras culturas, pecuária, construção civil, produção de carvão e extração do aço (Ratter
77 *et al.*, 2003). Entre estes, o plantio florestal se destaca para a produção de madeira que
78 alimenta a indústria produtora de papel e celulose, e também na produção de carvão vegetal,
79 lenha e painéis de madeira (Juvenal, 2002; Da-Silva *et al.*, 2010)

81 O bioma do Cerrado é uma região de savana e um local de refúgio para aproximadamente
82 12.000 espécies de plantas entre árvores, arbustos, lianas e herbáceas em densidades variáveis
83 (Klink e Machado, 2005; Mendonça et al., 2008). Este bioma abriga várias fitofisionomias,
84 dentre elas, destacam-se as de áreas úmidas, como veredas e campos de murundus. Os
85 campos de murundus são caracterizados pela presença pequenos montes de terra, redondos
86 ou elípticos que formam ilhas da vegetação típica de cerrado; geralmente com a presença de
87 árvores, de arbustos, e de gramíneas (Marimon et al., 2012; Resende et al., 2004). Os campos
88 de murundus são úmidos por estarem relacionados a águas superficiais e subterrâneas e com
89 isso, podem ser originados por processos hidrológicos, geomorfológicos ou pela ação de
90 cupins (Marimom, 2015; Midgley, 2010; Silva et al., 2010).

91 Neste cenário de crise de biodiversidade, os campos de murundus apresentam
92 particularidades que exigem atenção das autoridades e agentes de conservação. Esses campos
93 são facilmente afetados pela agropecuária, gerando alterações na hidrologia local e
94 diminuindo a qualidade do solo, causando erosão dessas áreas (Ewing et al., 2012; Roberts,
95 1988). A devastação dos campos de murundus pode gerar alterações, por exemplo, a redução
96 na biodiversidade, no aumento de lixiviação, na diminuição da matéria orgânica no solo e no
97 aumento de resíduos de fertilizantes e pesticidas no solo (Gibbs, 2000). Em consequência,
98 espécies associadas a esta fitofisionomia se tornam vulneráveis à extinção, em especial as
99 espécies de Asteraceae, Cyperaceae, Poaceae e Arecaceae (Gibbs, 2000).

100 Diante do exposto, as plantações florestais homogêneas tornaram-se um problema para a
101 conservação de áreas nativas, *e.g.*, campos de murundus, interferindo diretamente nas
102 comunidades de plantas, perdendo e fragmentando habitats, aumentando o isolamento
103 reprodutivo, as chances de extinção e perturbando o equilíbrio das comunidades (Pereira-
104 Soares e Ferreira-Nunes, 2013). Desta forma a preservação de áreas de vegetação nativa do

105 Cerrado próximas a áreas de culturas florestais são de fundamental importância para sua
106 preservação, por exemplo, essas áreas nativas são doadoras de propágulos e sementes de
107 espécies nativas para colonização do subdossel do plantio florestal (Neri et al., 2005).

108 As áreas em regeneração servem como habitat para várias espécies nativas e podem
109 compensar as emissões globais de carbono por serem grandes consumidores de dióxido de
110 carbono (Chazdon, 2012; Poorter, 2016). Por regeneração natural entendesse que é a
111 formação de vegetação secundária em áreas perturbadas, é um evento bastante comum para
112 áreas de Cerrado (Pereira-Soares e Ferreira-Nunes, 2013). Normalmente, o processo de
113 regeneração afeta positivamente a diversidade de espécies e, consequentemente, de cadeias
114 e nichos alimentares que podem ser ocupados (Chazdon, 2012). Entretanto, áreas
115 abandonadas para se regenerar naturalmente são influenciadas por fatores como o clima, a
116 qualidade do solo e os efeitos antropogênicos que podem não proporcionar condições ideais
117 para o recrutamento de espécies nativas, interferindo assim com a capacidade de regeneração
118 local (Pires de Mello Ribeiro e Felfili, 2009). Portanto, é imprescindível avaliar as condições
119 de regeneração natural de áreas abandonadas, uma vez que elas fornecem informações para
120 a realização de medidas efetivas de gerenciamento e recuperação de áreas degradadas. Por
121 exemplo, a avaliação da biomassa, idade ou tamanho da planta, composição da espécie e
122 qualidade do solo podem ajudar a definir o nível sucessional em que está localizada uma área
123 de regeneração e quais as medidas necessárias para a sua recuperação (Chazdon, 2012).

124 Diante deste cenário, os objetivos deste estudo foram: (i) verificar a composição de
125 espécies; (ii) avaliar se existem diferentes níveis de regeneração, com base na similaridade
126 da composição taxonômica das espécies; (iii) descrever os parâmetros fitossociológicos
127 dessas áreas e (iv) verificar se existem diferenças na riqueza e abundância das espécies

128 vegetais em gradientes de regeneração natural em campos de murundus, imersos em uma
129 área de silvicultura.

130

131 **2. Material e Métodos**

132

133 **2.1. Área de Estudo**

134 O estudo foi realizado na fazenda Nova Monte Carmelo ($47^{\circ} 40'W$, $18^{\circ} 55'S$),
135 pertencente à empresa Duratex S.A., localizada em cinco municípios de Minas Gerais:
136 Araguari, Estrela do Sul, Indianápolis, Romaria e Nova Ponte. Com aproximadamente
137 58.000 ha, agrupa áreas plantadas de eucalipto intercaladas com áreas de conservação da
138 vegetação nativa (Soares *et al.*, 2015). As áreas de vegetação são divididas em fragmentos,
139 de áreas de reserva legal abandonadas e deixadas no processo de regeneração natural por
140 cerca de 20 anos, que totalizam aproximadamente 12.000 ha (Duratex, Comunicação Pessoal,
141 11 de janeiro de 2017).

142 O clima nesta região é caracterizado como Aw, proporcionando verões quentes e
143 chuvosos e invernos secos e frios, com uma precipitação média de 1450 mm e uma
144 temperatura média anual entre $20^{\circ}C$ e $22^{\circ}C$ (Alvarez, 2013). Em relação ao solo, no Cerrado
145 predominam os latossolos (Ab'Saber, 1983, Lopes, 1984).

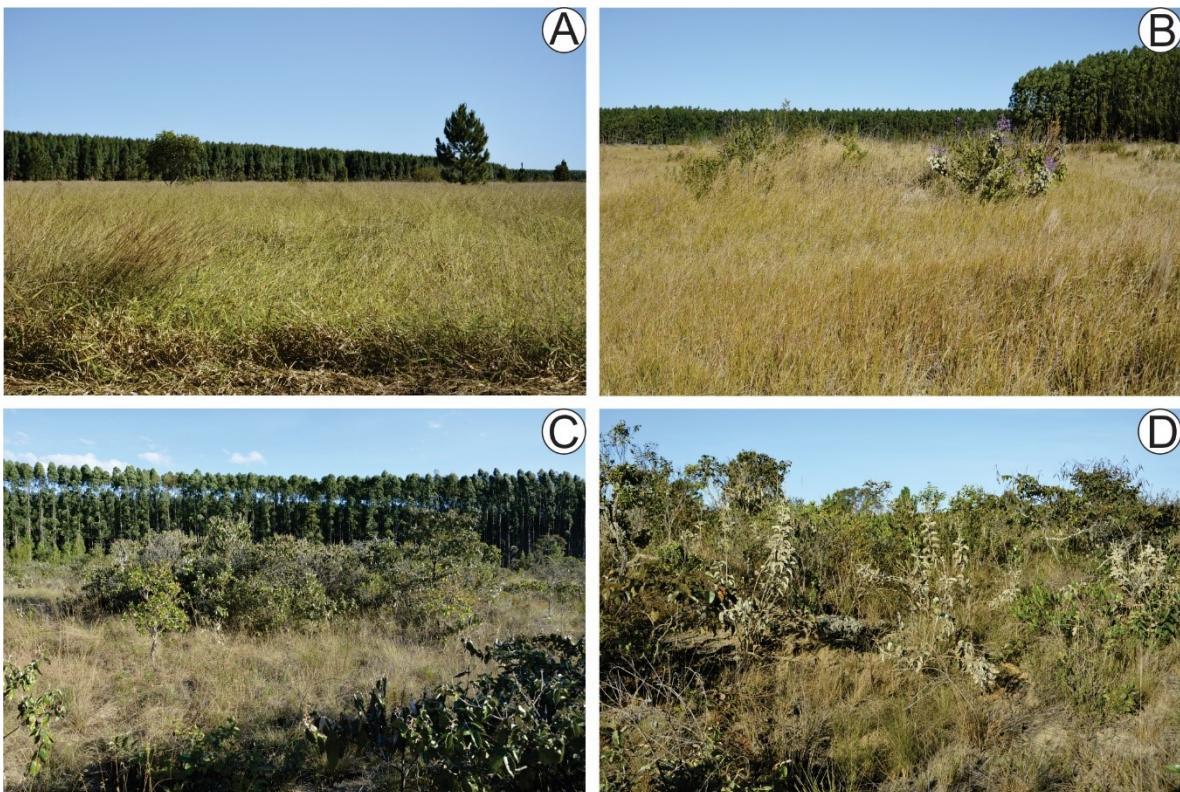
146 Foram selecionadas áreas de Cerrado em regeneração, da reserva legal mantida na
147 Fazenda Nova Monte Carmelo, circundadas por plantação de eucalipto, que atualmente, é a
148 cultura florestal focada pela empresa. Essa espécie de eucalipto foi introduzida ao longo dos
149 anos para substituir a espécie de pinheiros que foi cultivada inicialmente. A espécie de *Pinus*
150 *caribaea*, anteriormente cultivada, que se tornou invasora das áreas de reserva legal (Soares
151 *et al.* 2015).

152 **2.2. Delineamento Amostral**

153 Ao longo das áreas de reserva legal da área de estudo, nos campos de murundus,
154 foram estabelecidos quatro grupos de regeneração utilizando como parâmetro a classificação
155 de estágios sucessionais do Manual Técnico de Vegetação Brasileira (Veloso, 2012), que
156 classifica os estágios sucessionais em 5 etapas, porém como a etapa cinco é considerada
157 clímax a mesma não foi utilizada. A primeira fase da sucessão natural é caracterizada por
158 áreas ricas em gramíneas e com poucas espécies de plantas de pequeno porte e as áreas com
159 essas características foram denominadas Regeneração 1 (R1), a segunda fase é constituída
160 por Áreas ricas em gramíneas e espécies de pequeno porte, que apresentam espécies lenhosas,
161 das famílias Melastomataceae e Asteraceae, e foram denominadas Regeneração 2 (R2). Na
162 terceira fase as áreas são caracterizadas por apresentar vegetação mais desenvolvida, com
163 espécies de pequeno e médio porte, com altura de até 3 metros, e foram denominadas
164 Regeneração 3 (R3). E na quarta fase as áreas apresentaram vegetação mais complexa, com
165 espécies lenhosas até 5 metros de altura, e foram denominadas Regeneração 4(R4).

166 Desta forma, os grupos foram denominadas de R1, R2, R3 e R4, sendo formado um
167 gradiente de regeneração com quatro níveis, onde R1< R2 <R3 <R4 em termos de
168 abundância. No total, foram estabelecidas 40 parcelas permanentes de 50 x 20 m, sendo 10
169 parcelas para cada grupo de regeneração, representando 40 mil m² de área total (4 ha). As
170 parcelas foram alocadas respeitando uma distância média de 500 metros de uma parcela para
171 outra. O tamanho das parcelas utilizadas neste trabalho é padronizado de acordo com o
172 projeto "Biogeografia do Bioma Cerrado" (Felfili e Fagg 2007). Todos os indivíduos de
173 plantas lenhosas com diâmetro a altura do solo (DAS> 30 cm), maior ou igual a 1 cm e com
174 altura maior ou igual a 0,5 metros foram identificados com placas, coletados para posterior
175 identificação e tiveram os dados de DAS e altura aferidos, a fim de contribuir com o

176 conhecimento sobre as áreas de campos de murundus de Cerrado em regeneração e
177 disponibilizar dados sobre a estrutura desta fitofisionomia (Fig. 1).



178
179 Figura 1- Áreas de regeneração de campos de murundu da Fazenda Nova Monte Carmelo, Minas
180 Gerais Brasil, divididas por abundância, sendo: A representando áreas R1, B áreas R2, C áreas R3 e
181 D áreas R4.

182 A identificação taxonômica dos indivíduos presentes na área de estudo foi feita pela
183 comparação de materiais do Herbarium Uberladiense da Universidade Federal de Uberlândia
184 (HUFU), por literatura especializada e consulta a especialistas, quando necessário. Todos os
185 nomes científicos das espécies, seus autores e o sinônimo foram confirmados ou atualizados
186 pela lista de espécies do site Flora do Brasil (Flora do Brasil 2020, 2018). Todos os espécimes
187 coletados, que preservaram tiveram suas estruturas reprodutivas preservadas foram
188 incorporados ao HUFU e disponibilizados no site REFLORA DO BRASIL sob os códigos
189 HUFU00072519 a HUFU00072545; HUFU00072549; e HUFU00072552 a
190 HUFU00072585.

191 **2.3. Análises Estatísticas**

192 Os dados básicos obtidos das parcelas amostradas foram analisados com o uso do
193 programa FITOPAC versão 2.1 (Shepperd, 2010) para obter parâmetros fitossociológicos
194 que permitem a compreensão da estrutura, função e dinâmica da comunidade de plantas
195 (Freitas e Magalhães 2012).

196 Para analisar os padrões de riqueza e abundância de plantas entre os estágios de
197 regeneração foram utilizados modelos de regressão linear com erros Poisson. Como os dados
198 apresentaram sobredispersão foram ajustados modelos com erros binomiais negativos,
199 utilizando diferentes rotinas no programa R (R Core Team 2017). Análises de contrastes
200 foram utilizadas para testar a existência de diferenças significativas de riqueza e abundância
201 entre os níveis de regeneração utilizando um Likelihood ratio test. Todas as análises foram
202 submetidas a verificação das susposições dos modelos estatísticos com análise dos resíduos.

203 As curvas de acumulação do número de espécies de plantas observadas foram
204 computadas em função do número de indivíduos para as quatro áreas de regeneração
205 estudadas. Foi realizada uma curva de acumulação de espécies no programa EstimateS
206 (Colwell, 2012) utilizando-se 500 aleatorizações e amostragens sem reposição.
207 Posteriormente, as curvas foram construídas com os intervalos de confiança (95%), o que
208 permite a comparação estatística entre a riqueza rarefeita de espécies entre os quatro
209 conjuntos de dados (Colwell *et al.*, 2004).

210 Com o intuito de verificar se o padrão da abundância relativa das espécies de plantas
211 lenhosas foi diferente entre os níveis de regeneração, foram plotadas as curvas abundâncias
212 relativas pelo ranking de abundância das espécies nas quatro áreas estudadas. Também, foi
213 realizada a análise das espécies indicadoras utilizando-se o teste de Monte Carlo ($p = 0,05$),
214 com base nas quatro áreas de regeneração (Dufrene e Legendre, 1997), com o intuito de

215 determinar quais espécies apresentam especificidade com cada tipo estagio de regeneração.

216 A análise foi executada no programa PC-Ord (McCune e Mefford, 1999).

217 Por fim, utilizou-se a técnica de ordenação escalonamento multidimensional não
218 métrico (sigla NMS; Kruskal, 1964, Mather, 1976) para verificar se há gradientes indiretos
219 associados à composição taxonômica das plantas. Para essa técnica foi utilizada apenas as
220 áreas R2, R3 e R4, por motivos de pressupostos estatísticos. Os dados foram submetidos às
221 transformações e relativizações e foram restritos a dois eixos no modo *slow-and-thorough*
222 do piloto automático usando à medida de distância de Sorensen com 250 corridas para os
223 dados reais e 250 corridas para os dados randomizados pelo teste de Monte Carlo. Para
224 examinar a relação entre a composição taxonômica e o nível de regeneração foi utilizada a
225 correlação de Pearson. O coeficiente da correlação indica quão bem a variável explica a
226 posição das parcelas ao longo dos eixos da ordenação com base em valores de Pearson R^2
227 acima de 0,2. Para uma melhor interpretação, a variável foi plotada como vetor junto com o
228 gráfico da ordenação utilizando a opção *joint plots* (McCune et al., 2002). As análises foram
229 realizadas no pacote do software PC ORD.6 (McCune e Mefford, 1999).

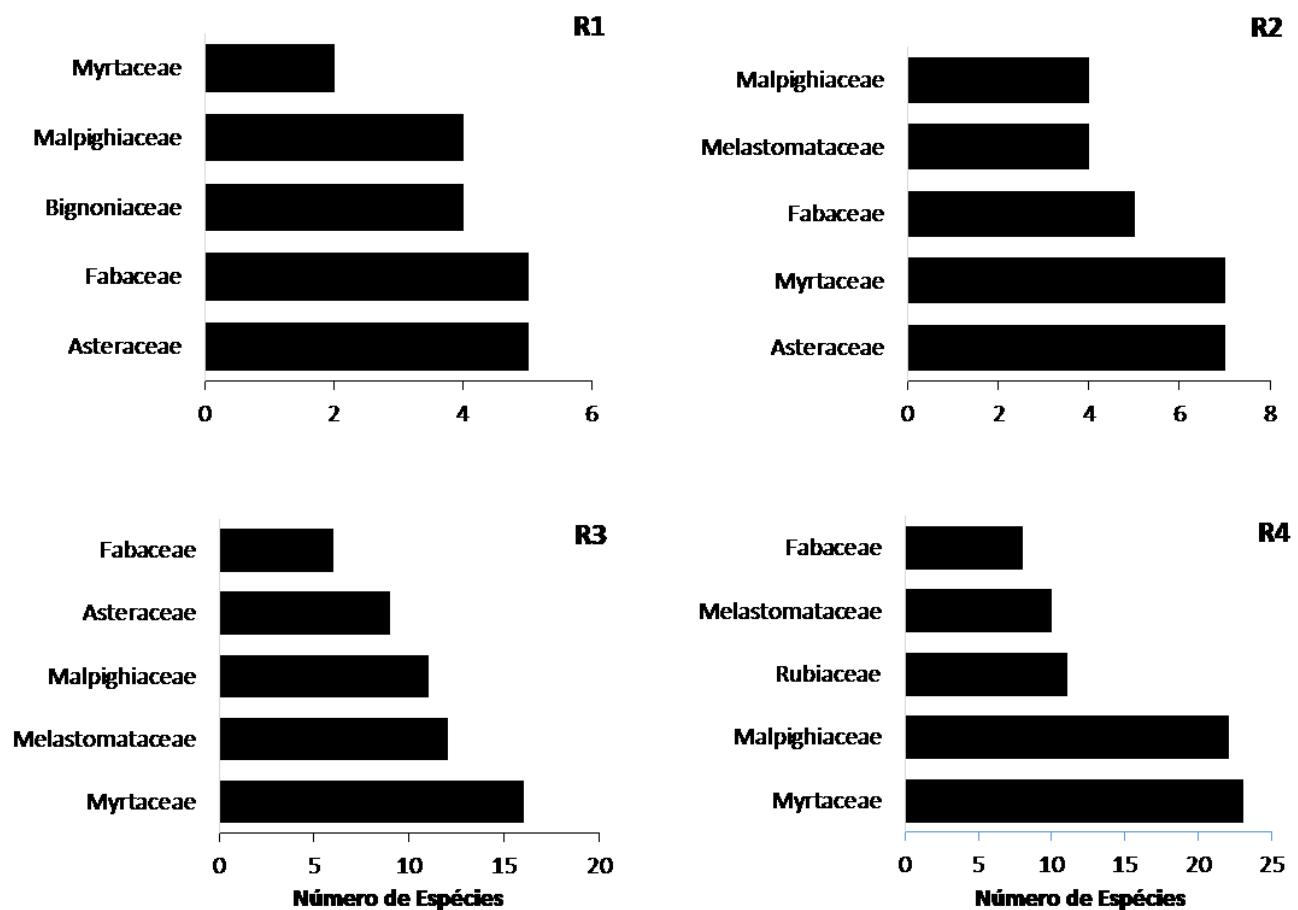
230

231 **3. Resultados**

232 **3.1. Composição Florística**

233 Nos quatro grupos avaliadas foram registrados 3.734 indivíduos, pertencentes a 155
234 espécies, distribuídos em 69 gêneros e em 38 famílias. Para as áreas do grupo R1 a família
235 mais representativa foram as famílias Asteraceae, seguida por Fabaceae e Bignoniaceae. Do
236 R2 Asteraceae (7), Myrtaceae e Fabaceae. Do R3 foram Myrtaceae, Melastomataceae e
237 Malpighiaceae. E do R4 foram Myrtaceae, Malpighiaceae e Rubiaceae. Quando

238 relacionamos o grau de regeneração com as famílias encontradas, a família Asteraceae
 239 apresentou maior riqueza de espécies nas áreas R1 e R2. Nas áreas R3 e R4, Myrtaceae foi a
 240 mais representativa em número de espécies (Fig. 2).

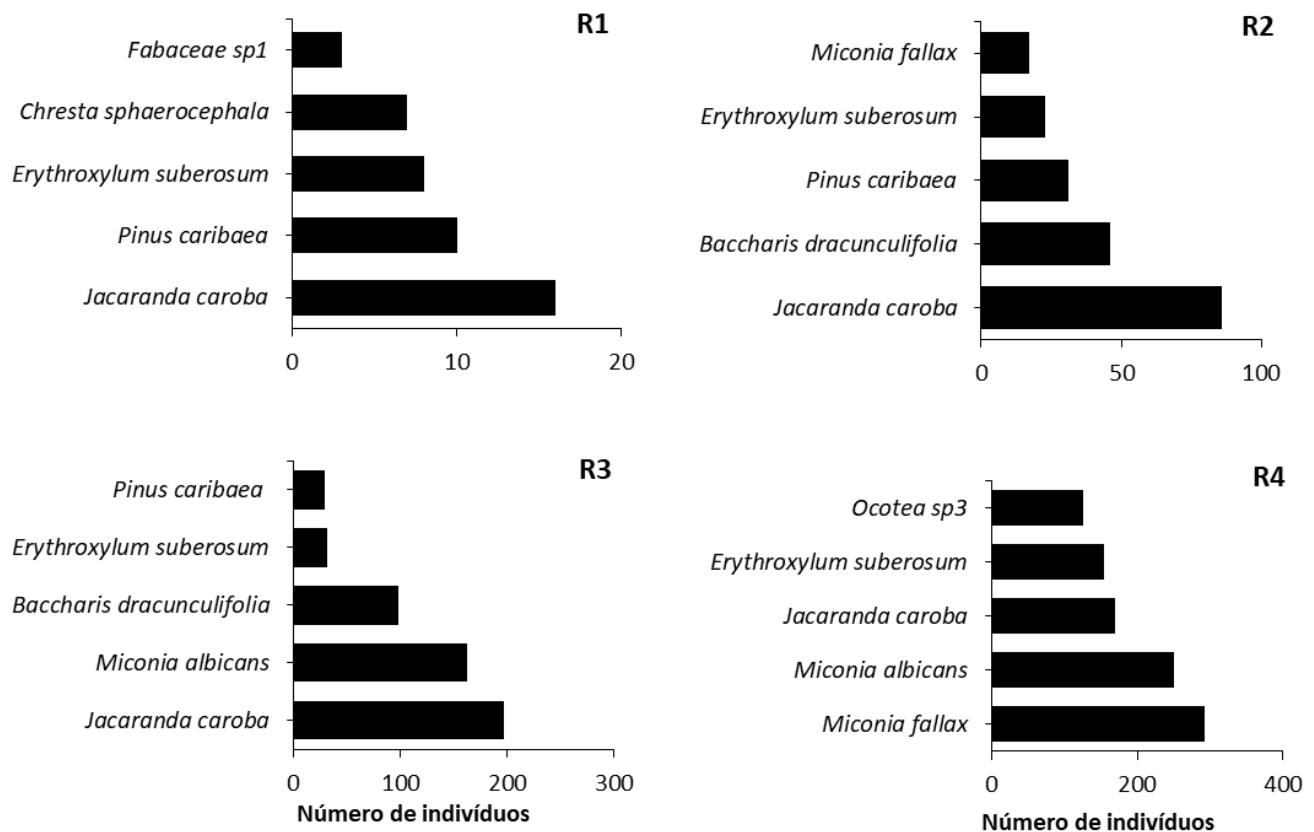


241

242 Figura 2. Distribuição das cinco famílias de plantas mais representativas para os quatro grupos de
 243 regeneração de campos de murundus da Fazenda Nova Monte Carmelo, Minas Gerais, Brasil.

244 Nos três primeiros grupos de regeneração a espécie mais abundante foi o *Jacaranda*
 245 *caroba* (Vell.) DC. No grupo R4, *Miconia fallax* DC. foi a mais abundante (Fig. 3). Os
 246 resultados mostraram que houve um incremento do número de indivíduos e do número de
 247 espécies ao longo dos níveis de regeneração. Os grupos R1, R2, R3 e R4 demonstraram um
 248 padrão de distribuição, em que há um aumento gradual de complexidade entre as áreas,
 249 seguindo uma ordem crescente dos grupos R1, R2, R3 e R4, portanto com níveis de

250 regeneração diferentes. Por exemplo, o nível de regeneração mais avançado (R4) teve 35,14
 251 vezes mais indivíduos e 4,57 mais espécies do que o nível de regeneração inicial (R1) (Tabela
 252 01).



253

254 Figura 3. Distribuição das cinco espécies de plantas mais representativas para os
 255 quatro grupos de regeneração de campos de murundus da Fazenda Nova Monte Carmelo, Minas
 256 Gerais, Brasil.

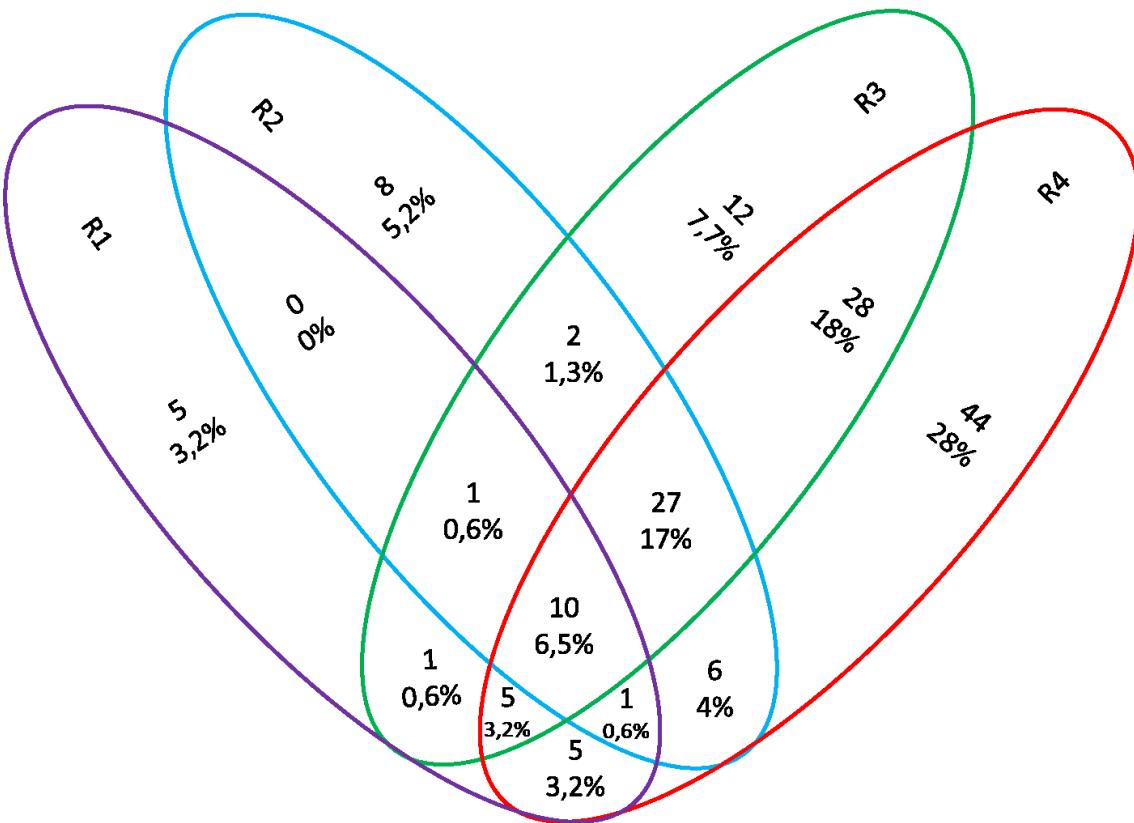
257 Em relação ao número de famílias por gradiente de regeneração o número de famílias
 258 teve um aumento ao longo dos níveis de regeneração, sendo encontrado um valor inesperado
 259 para o grupo R2, onde o número de famílias foi ligeiramente maior do que R3 (Tab. 1).
 260 Densidade, frequência total e dominância absoluta também variaram positivamente em
 261 relação ao grau de regeneração, sendo maiores nos graus mais avançados (Tab. 1). No

262 entanto, as variáveis referentes os diâmetro e altura diminuíram em relação ao gradiente de
263 regeneração (Tab. 1).

PARÂMETROS	R1	R2	R3	R4
Número de indivíduos	70	319	885	2460
Número de espécies	28	55	87	128
Número de famílias	13	25	22	35
Densidade	70	319	885	2460
Frequência	430	910	1710	3760
Dominância	0,257	0,487	1,197	2,13
Diâmetro média	4,025	2,895	2,963	2,535
Altura média	1,833	1,726	1,659	1,473
Índice Shannon-Wiener	2,747	2,892	3,067	3,739
Equabilidade de Pielou	0,091	0,722	0,687	0,771

264 Tabela 1. Parâmetros fitossociológicos divididos por área de regeneração de campos de murundus da
265 Fazenda Nova Monte Carmelo, Minas Gerais, Brasil.

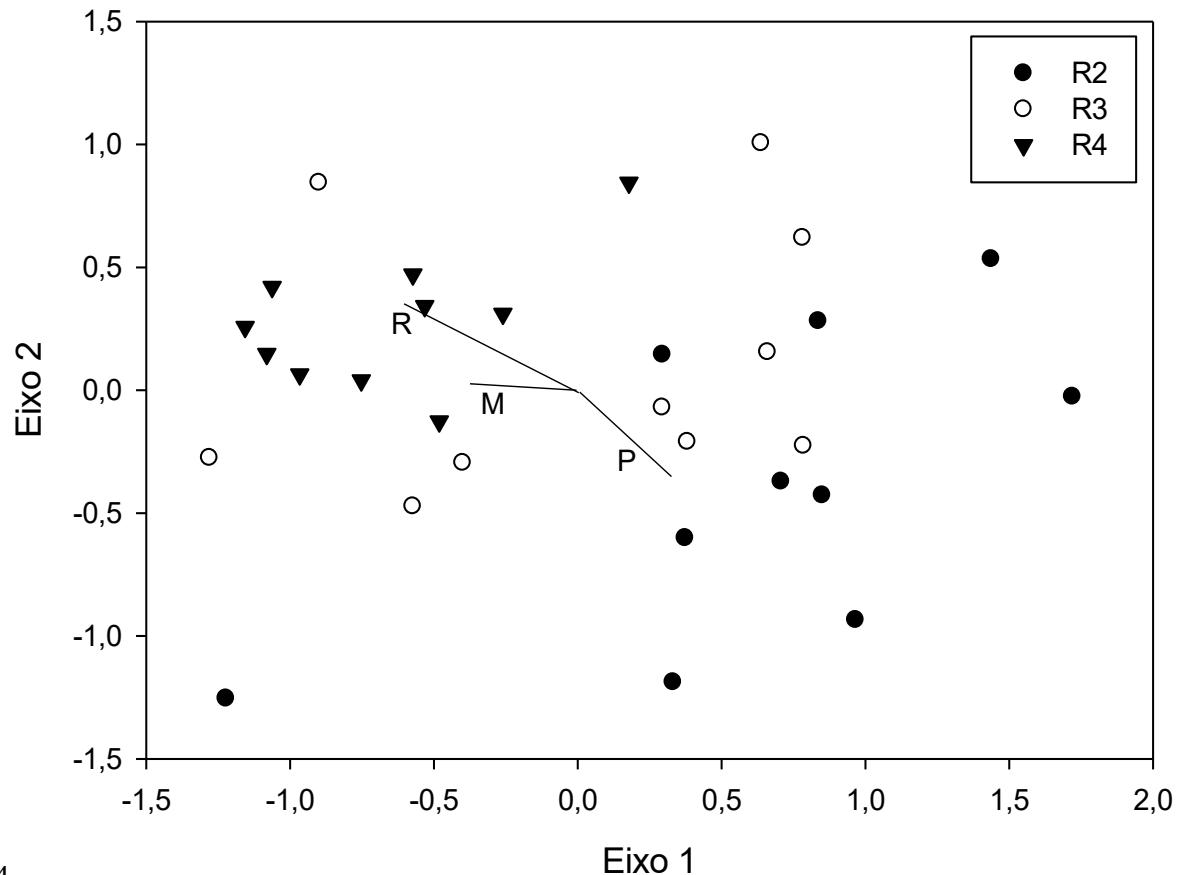
266 O diagrama de Venn (Fig. 4) mostrou que apenas 6% das espécies foram comuns as
267 quatro áreas de regeneração. Do total de espécies 44% destas foram exclusivas para umas
268 das áreas, sendo 5 (3,2%) para R1, 8 (5,1%) para R2, 12 (7,7%) para R3 e 44 (28%) para R4.
269 Entre os níveis de regeneração R1 e R2 não foram encontradas espécies comuns, entre as
270 áreas R2 e R3 apenas 1,3% das espécies foram comuns e R3 e R4 compartilharam 18% das
271 espécies encontradas.



272

273 *Figura 4.* Diagrama de Venn produzido a partir do número de espécies de plantas compartilhadas e
274 exclusivas para os quatro níveis de regeneração da Fazenda Nova Monte Carmelo, Minas Gerais,
275 Brasil.

276 A ordenação NMS mostrou que houve diferença na composição taxonômica das
277 espécies plantas entre os níveis de regeneração avaliados (R2, R3 e R4). A composição
278 taxonômica dos níveis de regeneração R2 e R4 formou dois grupos distintos, porém a
279 composição do R3 ficou divididos entre os níveis R2 e R4 ($S = 19$, Fig. 5). A correlação de
280 Pearson mostrou que os níveis de regeneração explicaram de 40% da composição de espécies
281 no Eixo 01. Quando considerado a proporção de *Pinus caribae* Morelet e *Miconia albicans*
282 (Sw.)Triana ao longo dos gradientes de regeneração, os resultados explicaram,
283 respectivamente, 15 e 22% da composição de espécies no eixo 1.



284

285 Figura 5. Ordenação por escalonamento multidimensional não métrico para verificação da existência
 286 de gradientes indiretos associados à composição taxonômica das plantas amostradas nos campos de
 287 murundus em regeneração da Fazenda Nova Monte Carmelo, Minas

288 Em relação as espécies indicadoras, o nível R4 apresentou 32 espécies indicadoras,
 289 representadas por 16 famílias, enquanto, o nível R2 apresentou apenas uma espécie
 290 indicadoras da família Asteraceae (Tab. 02). Os níveis R1 e R3 não apresentaram espécies
 291 indicadoras.

ESPÉCIES INDICADORAS	FAMÍLIA	RE	IV	p
<i>Chromolaena laevigata</i> (Lam.) R.M.King & H.Rob.	Asteraceae	2	39.3	0,017
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	Annonaceae	4	33.3	0,030
<i>Banisteriopsis oxycyclada</i> (A.Juss.) B.Gates	Malpighiaceae	4	32.0	0,045

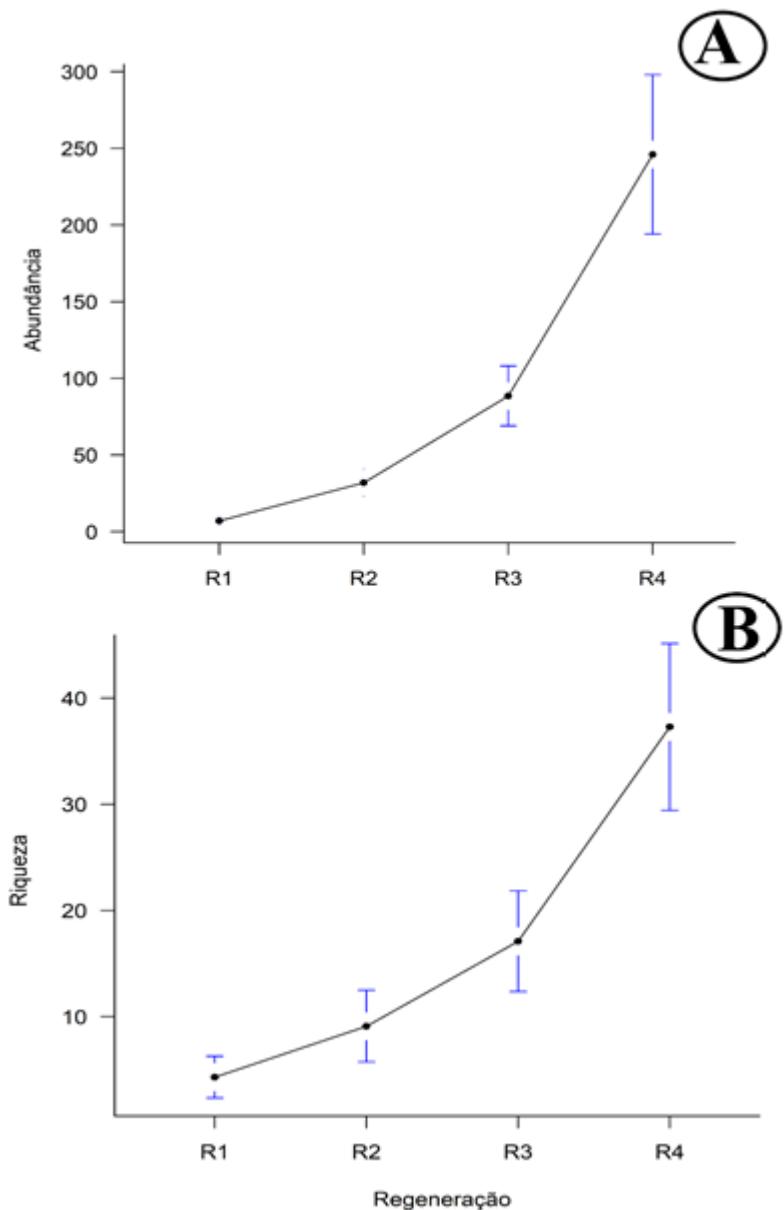
<i>Bauhinia holophylla</i> (Bong.) Steud.	Fabaceae	4	67.8	0,000
<i>Byrsonima cocolobifolia</i> Kunth	Malpighiaceae	4	47.1	0,005
<i>Byrsonima intermedia</i> A.Juss.	Malpighiaceae	4	37.5	0,048
<i>Byrsonima</i> sp6	Malpighiaceae	4	40.0	0,009
<i>Campomanesia pubescens</i> (Mart. ex DC.) O.Berg	Myrtaceae	4	55.2	0,003
<i>Chresta sphaerocephala</i> DC.	Asteraceae	4	53.4	0,006
<i>Chromolaena chaseae</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.	Asteraceae	4	44.7	0,012
<i>Cordiera</i> sp3	Rubiaceae	4	55.0	0,002
<i>Cordiera</i> sp4	Rubiaceae	4	53.5	0,002
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	Fabaceae	4	44.9	0,019
<i>Davilla elliptica</i> A.St.-Hil.	Dilleniaceae	4	78.1	0,000
<i>Diospyros</i> sp1	Ebenaceae	4	48.8	0,003
<i>Erythroxylum suberosum</i> A.St.-Hil.	Erythroxylaceae	4	71.0	0,000
<i>Heteropterys eglandulosa</i> A.Juss.	Malpighiaceae	4	40.0	0,010
<i>Heteropterys</i> sp2	Malpighiaceae	4	46.4	0,006
<i>Heteropterys</i> sp3	Malpighiaceae	4	60.0	0,000
<i>Hortia brasiliiana</i> Vand. ex DC.	Rutaceae	4	46.4	0,008
<i>Kielmeyera</i> sp1	Calophyllaceae	4	37.1	0,017
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	Melastomataceae	4	48.4	0,002
<i>Miconia fallax</i> DC.	Melastomataceae	4	74.6	0,000
<i>Miconia</i> sp1	Melastomataceae	4	33.3	0,023
<i>Ocotea</i> sp3	Lauraceae	4	77.7	0,000
<i>Palicourea rigida</i> Kunth	Rubiaceae	4	76.2	0,000
<i>Parinari obtusifolia</i> Hook.f.	Chrysobalanaceae	4	37.0	0,028
<i>Psidium</i> sp2	Myrtaceae	4	32.0	0,047
<i>Psidium</i> sp3	Myrtaceae	4	55.9	0,001
<i>Psidium</i> sp5	Myrtaceae	4	40.0	0,007
<i>Psidium</i> sp6	Myrtaceae	4	40.0	0,008

<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.	Styracaceae	4	40.0	0,010
<i>Tabernaemontana hystrix</i> Steud.	Apocynaceae	4	68.0	0,000

292 Tabela 2. Espécies indicadoras encontradas nas áreas de regeneração da Fazenda Nova Monte
293 Carmelo, Minas Gerais, Brasil.

294 **3.2. Diferenças na abundância e riqueza de plantas entre as áreas em regeneração**

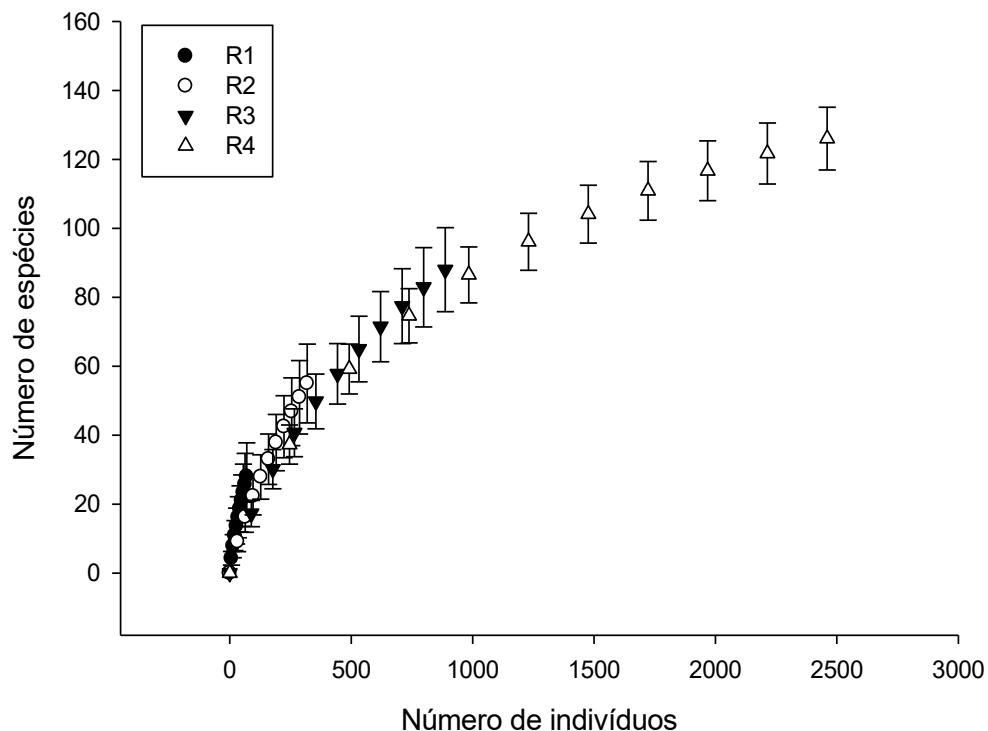
295 A riqueza de espécies ($\chi^2 = 42.135$; $p < 0.001$) e a abundância ($\chi^2 = 42.080$; $p < 0.001$)
296 de plantas variou entre os níveis de regeneração. A análise de contraste mostrou que as
297 diferenças entre a riqueza de espécies e os níveis de regeneração foram significativas para
298 todos os quatro níveis e o número de espécies aumentou no sentido de $R1 < R2 < R3 < R4$ (LRT
299 = 10.809; $p < 0.001$). O mesmo padrão foi encontrado para abundância, ou seja, o número de
300 indivíduos diferiu entre os níveis de regeneração e foram significativas para todos os quatro
301 níveis, com aumento do número de indivíduos no sentido de $R1 < R2 < R3 < R4$ (LRT =
302 45.8760; $p < 0.001$).



303

304 Figura 6. Diferenças na abundância (A) e riqueza (B) de plantas lenhosas entre os níveis de
 305 regeneração de campos de murundus da Fazenda Nova Monte Carmelo, Minas Gerais, Brasil.

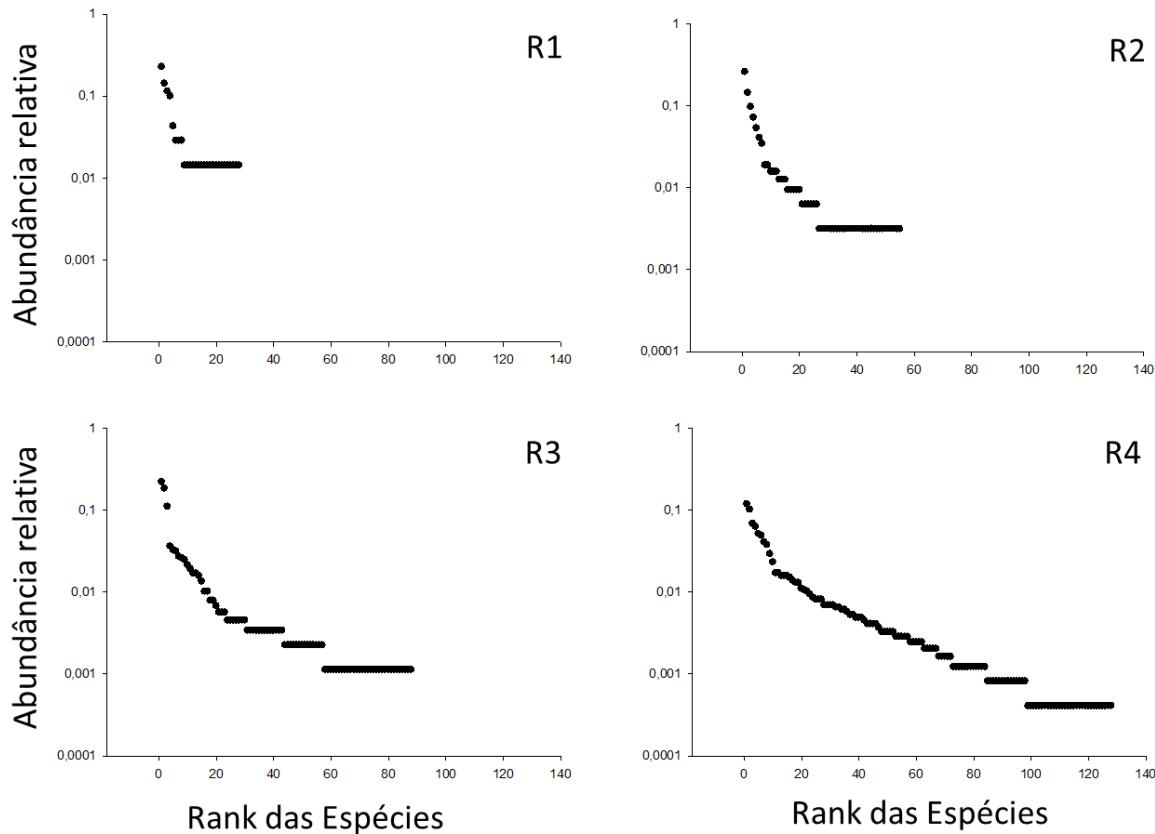
306 As curvas de acumulação de espécies não apresentaram diferenças significativas (Fig.
 307 7). As curvas relacionadas com os menores níveis de regeneração, observou-se que quanto
 308 mais indivíduos amostrados, maior a possibilidade de se encontrar espécies novas. Além
 309 disso, para todas as curvas, ainda existe uma grande possibilidade de incremento no número
 310 de espécies.



311

312 Figura 7. Curvas de acumulação das espécies de plantas lenhosas amostradas nos quatro níveis de
 313 regeneração dos campos de murundus da Fazenda Nova Monte Carmelo, Minas Gerais, Brasil.

314 Quanto à comparação do ranking de espécies pela as abundâncias relativas, os níveis mais
 315 basais de regeneração (R1 e R2), tiveram maior dominância de espécies abundantes, por
 316 exemplo, no nível de regeneração R1, as quatro primeiras espécies mais abundantes somam
 317 aproximadamente 90% de toda abundancia, enquanto as outras espécies representaram
 318 apenas 10% de toda a distribuição. Nos níveis de regeneração mais avançado (R3 e R4), já
 319 se percebe uma distribuição mais equilibrada entre as espécies, com a abundancia das
 320 espécies proporcionalmente distribuídas ao longo do *rank*.



321

322 Figura 8. Rank das espécies de plantas por nível de regeneração dos campos de murundus da Fazenda
 323 Nova Monte Carmelo, Minas Gerais, Brasil.

324

325 **4. Discussão**

326 Ao total, foram amostradas 155 espécies divididas em 38 famílias, que condiz com
 327 outros resultados encontrados para campos de murundus, e.g., 116 espécies e 42 famílias
 328 (Resende et al 2004) e 166 espécies e 49 famílias (Marimon et al., 2015). Contudo, é
 329 importante ressaltar que não existem estudos sobre o processo sucessional em campos de
 330 murundus do Cerrado, sendo o nosso trabalho pioneiro para esta fitofisionomia. Assim,
 331 quando consideramos os estágios sucessionais, dá para notar que há uma maior diversidade
 332 de famílias e espécies de plantas lenhosas ao longo dos níveis de regeneração. Por exemplo,
 333 R1 apresentou 13 famílias com 28 espécies, R2 25 famílias com 55 espécies, R3 22 famílias

334 com 87 espécies e R4 35 famílias com 128 espécies. Considerando apenas as áreas R4, cerca
335 de 80% de toda riqueza de espécies pode ser encontrada apenas neste gradiente.

336 De fato, o aumento da riqueza de espécies e abundância de indivíduos ao longo dos
337 níveis de regeneração é o esperado para áreas abandonadas (antropizadas) e em processo de
338 regeneração natural (De-Souza e Batista, 2004). Pois, à medida que uma área regenera, existe
339 um aumento da diversidade de espécies, e consequentemente de teias alimentares e nichos
340 para ocupar (Chazdon, 2012). Além do aumento da riqueza como relatado acima, outros
341 resultados encontrados aqui neste estudo também reforçam a hipótese de regeneração entre
342 R1 e R4 das áreas de campos de murundus, tais como: (1) aumento da abundância de
343 indivíduos, e.g., R4 possui 20 vezes mais indivíduos que R1; (2) maior dissimilaridade entre
344 as áreas; e.g., as áreas compartilharam apenas 6% de todas as espécies coletadas, mostrando
345 que há pouca semelhança entre as áreas, e a presença de diferentes níveis de regeneração
346 geram uma baixa diversidade de espécies compartilhadas; e (3) composição taxonômica
347 diferenciada de espécies plantas entre os níveis de regeneração avaliados; e.g., os níveis de
348 regeneração R2 e R4 foram distintos taxonomicamente, e o nível R3 teve suas parcelas
349 divididas entre os dois grupos, sugerindo que outras variáveis podem estar influenciando os
350 processos regenerativos de campos de murundus.

351 É importante ressaltar que áreas abandonadas e deixadas para regeneração natural são
352 influenciadas por diversos fatores, como clima, qualidade do solo, uso anterior da terra, da
353 proximidade com florestas nativas, da fauna presente nas áreas em regeneração (Chazdon,
354 2007), do banco de sementes, das condições pós-distúrbio, invasão biológica e de efeitos
355 antrópicos que podem não fornecer condições para o recrutamento das espécies nativas,
356 interferindo na capacidade de regeneração do local (Chazdon, 2003, 2008; Pires de Mello
357 Ribeiro e Felfili, 2009; Espírito-Santo et al., 2016). O fato de que R3 não ter formado um

358 grupo separado, assim como os grupos R2 e R4, através das análises de NMS e também pelo
359 fato desta análise ter explicado 40% da composição taxonômica ao longo dos gradientes de
360 regeneração, sugerindo que outros fatores, tais como os citados acima, podem estar atuando
361 nos processos de regeneração de campos de murundus. Por exemplo, por serem áreas de
362 cultivo florestal, a ocorrência de incêndios florestais é recorrente na área da fazenda como
363 um todo, podendo atingir as áreas de reserva legal. O fogo é forte estruturador das
364 comunidades de plantas no Cerrado (Miranda et al. 2002), e não sabemos exatamente como
365 as diferentes áreas de regeneração experimentaram a incidência e intensidade de fogo ao
366 longo destes 20 anos.

367 A dispersão de sementes parece ser outro fator importante de deve ser considerado.
368 A dispersão de sementes tem um papel crucial para a regeneração de uma área, por propiciar
369 a recolonização desses habitats e permitir o intercâmbio de espécies entre áreas adjacentes
370 (Rondon-Neto et al., 2001). Segundo à composição florística encontrada nas nossas áreas, as
371 famílias mais ricas em espécies são nativas do Cerrado e, em sua maioria, engloba espécies
372 zoocóricas, dependentes de animais para sua dispersão. Myrtaceae, representada pelos
373 gêneros *Campomanesia*, *Eugenia*, *Myrcia* e *Psidium*, e Melastomataceae, pelo gênero
374 *Miconia*, e Malpighiaceae, pelo *Byrsonima*, tem grande número de espécies com a síndrome
375 de dispersão zoocórica, espécies destas famílias foram encontradas em níveis mais altos de
376 regeneração, indicativo de áreas em regeneração que já formam uma estrutura mais complexa
377 e tem maior número de espécies que as demais em função do tipo de dispersão de sementes
378 (Neri et al., 2005; Tannus et al. 2006).

379 Outro fator a ser considerado, particularmente, para nossa área de estudo, é a invasão
380 biológica que agrega espécies que se tornam dominantes dentro da comunidade biológica,
381 alterando os ecossistemas naturais e levando à perda de espécies nativas (Ziller, 2000). A

382 área de estudo, tem como atividade atual a plantação de eucalipto, mas no passado as
383 plantações de *Pinus* eram predominantes, e hoje, os indivíduos de *Pinus* são encontrados
384 invadindo as áreas de reserva legal. Apesar das espécies florestais do gênero *Pinus* serem
385 muito utilizada para recuperação de áreas degradadas por facilitar o crescimento e
386 desenvolvimento de outras espécies e garantir a cobertura do solo, aumentando a riqueza de
387 espécies e a complexidade estrutural da área, a longo prazo. (Ferracin et al., 2010; Modna et
388 al., 2010; Silva et al., 2016). Estas espécies podem gerar desequilíbrio na comunidade, por
389 serem boas competidoras, impedir o estabelecimento e desenvolvimento de espécies nativas
390 e serem espécies produtoras de uma grossa camada de matéria orgânica em seu entorno que
391 dificulta a regeneração de espécies nativas (Alvim-Carvalho, 2014). *Pinus caribaea* foi
392 abundante em áreas iniciais de regeneração, e provavelmente, pode estar limitando o
393 processo de regeneração das espécies que compõe a flora das áreas. Por exemplo, a presença
394 de *Pinus caribaea* explicou 15% da composição de espécies das áreas em regeneração,
395 indicando que essa espécie pode influenciar na capacidade de regeneração dessas áreas. Para
396 se verificar o quanto essa espécie influencia no processo de regeneração medidas de manejo
397 que visem excluir a invasora do sistema são fundamentais para reavaliar o sistema (Alvim-
398 Carvalho, 2014).

399 Tanto espécies exóticas quanto nativas apresentam a capacidade de se expandir por
400 uma comunidade e causar alterações nas áreas em que se estabelecem (Valery et al., 2008;
401 2009). *Miconia albicans* é uma espécie nativa, apomítica, classificada como pioneira que
402 ocorre em áreas perturbadas e desempenha um papel importante devido à sua ampla
403 distribuição e interações biológicas (Bedetti et al., 2011; Da-Silva et al., 2016). Nas áreas
404 analisadas, esta espécie foi encontrada em grande abundância em níveis mais avançados de
405 regeneração e em baixa abundância ou ausente em níveis mais basais de regeneração,

406 indicando que estas espécies estão integradas à vegetação secundária das áreas, como
407 encontrado por Goldenberg (2004). A aparente mudança de comportamento dessa espécie
408 pode caracterizá-la como uma invasora do habitat, pois ao se integrar ao componente
409 secundário das áreas, *M. albicans* poderia ocupar os nichos de outras espécies secundárias,
410 dominando o habitat que ela está inserida. Nossos resultados respaldam esta argumentação
411 acima, pois a presença dessa espécie explicou 22% da composição de espécies das áreas em
412 regeneração, indicando que a presença desta espécie influencia no processo de regeneração
413 dessas áreas.

414 Espécies indicadoras da regeneração são importantes para se verificar se as áreas
415 estão estacionadas em alguns níveis de regeneração e a predominância de espécies pioneiras,
416 em áreas mais avançadas, muitas vezes indicam estagnação do processo de regeneração (Hill
417 *et al.*, 1975). Foram encontradas espécies indicadoras apenas para as áreas R2 e R4. Sendo
418 *Chromolaena laevigata* uma espécie pioneira, ela indica que a áreas estão em níveis mais
419 basais de regeneração. Além disso, ela pode indicar que há necessidade de avaliação e de
420 métodos para auxiliar no processo de regeneração das áreas R2. No nível R4 foram
421 encontradas 12 espécies não pioneiras, indicando que são áreas de níveis mais avançados de
422 regeneração.

423 Estudos como esse elucidam a importância da avaliação de áreas de regeneração em
424 fitofisionomias de áreas úmidas, como os campos de murundus do Cerrado. Esta
425 fitofisionomia tem poucos estudos quanto a composição florística e estrutural, e o nosso
426 estudo, é o primeiro para esta fitofisionomia com ênfase no processo de regeneração natural
427 no bioma Cerrado. A conservação de áreas pouco conhecidas é indispensável para um maior
428 conhecimento sobre a biodiversidade das fitofisionomias do Cerrado. Este estudo mostrou a
429 existência de diferenças no processo de regeneração de áreas adjacente e ainda a diferença

430 de abundância e riqueza entre aos diferentes níveis de regeneração, mesmo após 20 anos de
431 processo de regeneração natural.

432 A avaliação das condições de regeneração natural de uma determinada área fornece
433 medidas efetivas de manejo e de recuperação dessas áreas degradadas. Por exemplo, a
434 avaliação da biomassa, da idade ou tamanho de plantas, composição de espécies e qualidade
435 do solo podem definir o estágio sucessional em que uma área em regeneração se encontra
436 (Chazdon, 2012). E como essas áreas foram abandonadas na mesma época e apresentam
437 níveis diferentes de regeneração é necessário que se faça avaliações mais detalhadas dessas
438 áreas para uma efetiva aplicação de medidas corretivas que acelerem o processo de
439 regeneração. Portanto, novos estudos são necessários para determinar se estas áreas estão
440 progredindo para uma comunidade mais complexa e de como outros fatores, tais como solo,
441 fauna associada, espécies invasoras e paisagem estão influenciando a trajetórias das
442 comunidades vegetais.

443 A paisagem, por exemplo, é um importante fator a considerar, uma vez que nossas
444 áreas de estudo estão imersas por uma matriz de florestas de eucalipto. As plantações de
445 florestas homogêneas, que são parte dos efeitos antrópicos, se tornaram um problema para
446 conservação de áreas nativas por interferirem diretamente nas comunidades vegetais,
447 fragmentando habitats, aumentando as chances de extinção e de isolamento reprodutivo, e
448 perturbando o equilíbrio das comunidades vegetais (Pereira-Soares e Ferreira-Nunes, 2013).
449 Desta forma, é de fundamental importância a preservação de áreas com vegetação nativa de
450 Cerrado próximas as áreas de cultivos florestais, e.g., campos de murundus. Estas áreas de
451 cerrado favorecem a colonização de espécies nativas no sub-bosque de reflorestamento
452 florestais, o que aumenta a riqueza de espécies e a variedade de nichos que podem ser

453 ocupados por outras espécies (Neri *et al.*, 2005), agindo como conectores dos fragmentos de
454 vegetação nativa através da reprodução e dispersão de espécies de plantas.

455

456 *Agradecimentos*

457 *Os autores agradecem à empresa Duratex S.A. pela concessão de recursos que*
458 *financiaram este estudo. Agradecemos também, à FAPEMIG pela concessão de bolsa de*
459 *estudos à aluna de pós-graduação Ana Carolina Costa Santos. Além disso, agradecemos*
460 *especialmente ao professor Glein M. Araújo e o HUFU por auxiliarem na identificação*
461 *do material botânico coletado. E gostaríamos de agradecer aos alunos de graduação*
462 *Hellen Cássia Pelegrini, Michelle Lorene, Angelo Gervásio Dias, a Gabriella Justino, a*
463 *Larissa Narciso e a Denise Rodrigues pela assistência nas coletas em campo.*

464

465 **5. Referências bibliográficas**

- 466 Ab' Saber, A. N., 1983. O domínio dos cerrados: introdução ao conhecimento. Revista do
467 Servidor Público. 111, 41-55.
- 468 Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., de Moraes, G., Leonardo, J., Sparovek, G., 2013.
469 Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, 22, 711-
470 728.
- 471 <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- 472 Alvim Carvalho, F., Real de Abreu, R. C., de Almeida Rotmeister Teixeira de Barros, K.,
473 Nascimento Fonseca, S., Silva Santiago, D., de Oliveira, D. E., Couto de Assis, D., de
474 Oliveira Pimentel, F., Ferreira de Britto Lyra, M., Gomes Furtado, S., 2014. La
475 comunidad arbórea en regeneración de un 'ecosistema emergente' dominado por la
476 especie invasora *Pinus elliottii* Engelm. Interciencia. 39, 307-312.
- 477 Bedetti, C. S., Aguiar, D. B., Jannuzzi, M. C., Moura, M. Z., & Silveira, F. A. 2011. Abiotic
478 factors modulate phenotypic plasticity in an apomictic shrub [*Miconia albicans* (SW.)
479 Triana] along a soil fertility gradient in a Neotropical savanna. Australian Journal of
480 Botany. 59, 274-282.
- 481 <https://doi.org/10.1071/BT10275>
- 482 Bianchini, E., Popolo, R. S., Dias, M. C., Pimenta, J. A., 2003. Diversidade e estrutura de
483 espécies arbóreas em área alagável do município de Londrina, sul do Brasil. Acta
484 Botanica Brasilica. 17, 405-419.
- 485 <https://doi.org/10.1590/S0102-33062003000300008>
- 486 Chadzon, R. L., 2003. Tropical forest recovery: legacies of human impact and natural
487 disturbances. Perspectives in Plant Ecology, evolution and systematics. 6, 51-71.

- 488 <https://doi.org/10.1078/1433-8319-00042>
- 489 Chazdon, R.L., 2008. Chance and determinism in tropical forest succession. In: Schnitzer,
490 S.A., Carson, W.P. (Eds.), Tropical Forest Community Ecology. Wiley-Blackwell
491 Publishing, Oxford, pp. 384–408
- 492 Chadzon, R. L., 2012. Regeneração de florestas tropicais Tropical forest regeneration.
493 Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi de Ciencias Naturais. 7, 195-218.
- 494 Chazdon, R. L., Letcher, S. G., Van Breugel, M., Martínez-Ramos, M., Bongers, F., &
495 Finegan, B., 2007. Rates of change in tree communities of secondary Neotropical
496 forests following major disturbances. Philosophical Transactions of the Royal Society
497 of London B: Biological Sciences. 362, 273-289.
- 498 <https://doi.org/10.1098/rstb.2006.1990>
- 499 Colwell, R. K., Mao, C. X., Chang J., 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing
500 incidence-based species accumulation curves. Ecology. 85, 2717-2727.
- 501 <https://doi.org/10.1890/03-0557>
- 502 Colwell, R. K., Chao, A., Gotelli, N. J., Lin, S.-Y., Mao, C. X., Chazdon, R. L., Longino, J.
503 T. 2012. Models and estimators linking individual-based and sample-based rarefaction,
504 extrapolation, and comparison of assemblages. Journal of Plant Ecology 5, 3-21.
- 505 <https://doi.org/10.1093/jpe/rtr044>
- 506 Da-Silva, L. G., de Carvalho Mendes, I., dos Reis Junior, F. B., Fernandes, M. F., de Mello,
507 J. T., Kato, E. 2010. Atributos físicos, químicos e biológicos de um Latossolo de
508 cerrado em plantio de espécies florestais. Pesquisa agropecuária brasileira, 44(6), 613-
509 620.
- 510 <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000600010>

- 511 Da-Silva-Couto, M. S. D., Ferreira, L. G., Hall, B. R., Da Silva, G. J. P., Garcia, F. N., 2010.
- 512 Identificação de áreas prioritárias para conservação da biodiversidade e paisagens no
513 estado de Goiás: métodos e cenários no contexto da bacia hidrográfica. Revista
514 Brasileira de Cartografia, (62/2).
- 515 Da-Silva, R. V., de Jesus, D. S., de Lima, B. V., de Miranda, B. E. C., Gondim, J. P. E., 2016.
516 First report of *Ditylenchus gallaeformans* in *Miconia albicans* from the Brazilian
517 Cerrado, State of Goiás. Semina: Ciências Agrárias. 37, 729-736.
- 518 <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n2p729>
- 519 De-Araujo-Neto, M. D., Furley, P. A., Haridasan, M., & Johnson, C. E., 1986. The murundus
520 of the cerrado region of Central Brazil. Journal of Tropical Ecology. 2, 17-35.
- 521 <https://doi.org/10.1017/S0266467400000559>
- 522 De-Souza, F. M., Batista, J. L. F., 2004. Restoration of seasonal semideciduous forests in
523 Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. Forest ecology and
524 Management. 191, 185-200.
- 525 <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2003.12.006>
- 526 Dufrene, M., Legendre, P., 1997. Species assemblages and indicator species: the need for a
527 flexible asymmetrical approach. Ecological monographs. 67, 345-366.
- 528 <https://doi.org/10.2307/2963459>
- 529 Durigan, G., Contieri, W. A., Franco, G. A. D. C., Garrido, M. A., 1998. Indução do processo
530 de regeneração da vegetação de cerrado em área de pastagem, Assis, SP. Acta Botanica
531 Brasilica. 12, 421-429.
- 532 <https://doi.org/10.1590/S0102-33061998000400011>
- 533 Espírito-Santo, M. M., Leite, M. E., Silva, J. O., Barbosa, R. S., Rocha, A. M., Anaya, F. C.,
534 & Dupin, M. G., 2016. Understanding patterns of land-cover change in the Brazilian

- 535 Cerrado from 2000 to 2015. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 371,
536 20150435.
- 537 <https://doi.org/10.1098/rstb.2015.0435>
- 538 Ewing, J. M., Vepraskas, M. J., Broome, S. W., White, J. G., 2012. Changes in wetland soil
539 morphological and chemical properties after 15, 20, and 30 years of agricultural
540 production. *Geoderma*. 179, 73-80.
- 541 <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2012.02.018>
- 542 Felfili, J. M., Fagg, C. W., 2007. Floristic composition, diversity and structure of the"
543 "cerrado" sensu stricto on rocky soils in northern Goiás and southern Tocantins, Brazil.
544 *Brazilian Journal of Botany*. 30, 375-385.
- 545 <https://doi.org/10.1590/S0100-84042007000300004>
- 546 Ferracin, T. P., da Silva, V. T., Medri, P. S., Bianchini, E., Pimenta, J. A., Torezan, J. M. D.,
547 2010. Comparação de parâmetros bióticos e abióticos entre fragmento de floresta
548 secundária nativa e um reflorestamento de *Pinus taeda* L. *Semina: Ciências Biológicas*
549 e da Saúde. 31, 179-188.
- 550 <https://doi.org/10.5433/1679-0367.2010v31n2p179>
- 551 Fichino, B. S., Dombroski, J. R., Pivello, V. R., Fidelis, A., 2016. Does fire trigger seed
552 germination in the Neotropical Savannas? Experimental tests with six Cerrado species.
553 *Biotropica*. 48, 181-187.
- 554 <https://doi.org/10.1111/btp.12276>
- 555 Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <
556 <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 26 Jan. 2018
- 557 Freitas, W.D., Magalhaes, L.M.S. 2012. Métodos e parâmetros para estudo da vegetação com
558 ênfase no estrato arbóreo. *Floresta e Ambiente* 19(4): 520-540.

- 559 <https://doi.org/10.4322/floram.2012.054>
- 560 Gibbs, J. P., 2000. Wetland loss and biodiversity conservation. *Conservation biology*. 14,
561 314-317.
- 562 <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2000.98608.x>
- 563 Goldenberg, R., 2004. The genus *Miconia* (Melastomataceae) in the State of Paraná, Brazil.
564 *Acta Botanica Brasilica*. 18, 927-947.
- 565 <https://doi.org/10.1590/S0102-33062004000400024>
- 566 Hill, M. O., Bunce, R. G. H., Shaw, M. W., 1975. Indicator species analysis, a divisive
567 polythetic method of classification, and its application to a survey of native pinewoods
568 in Scotland. *The Journal of Ecology*. 597-613.
- 569 <https://doi.org/10.2307/2258738>
- 570 Jepson, W., 2005. A disappearing biome? Reconsidering land-cover change in the Brazilian
571 savanna. *The Geographical Journal*. 171, 99-111.
- 572 <https://doi.org/10.1111/j.1475-4959.2005.00153.x>
- 573 Juvenal, T. L., & Mattos, R. L. G. 2002. O setor florestal no Brasil e a importância do
574 reflorestamento. BNDES setorial, Rio de Janeiro, 16.
- 575 Klink, C. A., & Machado, R. B., 2005. Conservation of the Brazilian cerrado. *Conservation
576 biology*. 19, 707-713.
- 577 <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00702.x>
- 578 Kruskal, J. B., 1964. Nonmetric multidimensional scaling: a numerical method.
579 *Psychometrika*. 29, 115-129.
- 580 <https://doi.org/10.1007/BF02289694>

- 581 Lopes, A. S., 1984. Solos sob" cerrado": características, propriedades e manejo (No.
582 631.422/L864). Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do
583 Fosfato.
- 584 Machado, R. B., Ramos-Neto, M. B., Harris, M. B., Lourival, R., Aguiar, L. M. S., 2004.
585 Análise de lacunas de proteção da biodiversidade no Cerrado. In Anais IV Congresso
586 Brasileiro de Unidades de Conservação. 29-38.
- 587 Marimon, B. S., Marimon-Junior, B. H., Mews, H. A., Jancoski, H. S., Franczak, D. D., Lima,
588 H. S., LenzaI, E., RosseteI, A.N., Moresco, M. C., 2012. Floristics of
589 floodplain'murundus' of the Pantanal of Araguaia, Mato Grosso, Brazil. Acta Botanica
590 Brasilica. 26, 181-196.
- 591 <https://doi.org/10.1590/S0102-33062012000100018>
- 592 Marimon, B. S., Colli, G. R., Marimon-Junior, B. H., Mews, H. A., Eisenlohr, P. V.,
593 Feldpausch, T. R., Phillips, O. L., 2015. Ecology of floodplain Campos de murundus
594 savanna in southern Amazonia. International Journal of Plant Sciences. 176, 670-681.
- 595 <https://doi.org/10.1086/682079>
- 596 Mather, P. M., 1976. Computational methods of multivariate analysis in physical geography.
597 John Wiley & Sons.
- 598 McCune, B., & Mefford, M. J. 1999. PC-ORD: multivariate analysis of ecological data.
599 Version 4. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon.
- 600 McCune, B., Grace, J. B., & Urban, D. L., 2002. Analysis of ecological communities (Vol.
601 28). Gleneden Beach, OR: MjM software design.
- 602 Mendonça, R.C., Felfili, J.M., Walter, B.M.T., Silva-Junior, M.C., Rezende, A.V.,
603 Filgueiras, T.S. & Nogueira, P.E., 2008. Flora vascular do Cerrado. In: Sano, S.M.,

- 604 Almeida, S.P., Ribeiro, J.F. (EDs.) Cerrado: ecologia e flora, Embrapa Cerrados,
605 Brasilia, Brasil pp. 289–556.
- 606 Midgley, J.J., 2010. More mysterious mounds: origins of the Brazilian campos de murundus.
607 Plant and Soil. 336, 1–2.
- 608 <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0355-9>
- 609 Miranda, H.S., Bustamante, M.M.C., Miranda, A.C. 2002 The fire factor. In: Oliveira, P.S.,
610 Marquis, R.J. (eds.) The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a
611 neotropical savanna. Columbia University Press, New York, pp 51–68.
- 612 <https://doi.org/10.7312/oliv12042-003>
- 613 Modna, D., Durigan, G., Vital, M. V. C., 2010. *Pinus elliottii* Engelm como facilitadora da
614 regeneração natural da mata ciliar em região de Cerrado, Assis, SP, Brasil. Scientia
615 Florestalis. 38, 73-83.
- 616 Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., Da-Fonseca, G.A., Kent, J. 2000.
617 Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403: 853.
- 618 <https://doi.org/10.1038/35002501>
- 619 Neri, A. V., CAMPOS, E. D., Duarte, T. G., Meira Neto, J. A. A., SILVA, A. D., Valente,
620 G. E., 2005. Regeneração de espécies nativas lenhosas sob plantio de *Eucalyptus* em
621 área de Cerrado na Floresta Nacional de Paraopeba, MG, Brasil. Acta botanica
622 brasílica. 19, 369-376.
- 623 <https://doi.org/10.1590/S0102-33062005000200020>
- 624 Neto, R. M. R., Watzlawick, L. F., Caldeira, M. V. W., 2009. Diversidade florística e
625 síndromes de dispersão de diásporos das espécies arbóreas de um fragmento de floresta
626 ombrófila mista. RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais. 3, 209-216.

- 627 Pereira Soares, M., Ferreira Nunes, Y. R. ,2013. Regeneração natural de cerrado sob plantio
628 de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. no norte de Minas Gerais, Brasil. *Revista Ceres*,
629 60.
- 630 Pires de Mello Ribeiro, G. H., Felfili, J. M., 2009. Regeneração natural em diferentes
631 ambientes da mata de galeria do Capetinga, na Fazenda Água Limpa-DF. *Cerne*, 15, 1-
632 9.
- 633 Poorter, L., Bongers, F., Aide, T. M., Zambrano, A. M. A., Balvanera, P., Becknell, J. M.,
634 Craven, D., 2016. Biomass resilience of Neotropical secondary forests. *Nature*. 530,
635 211-214.
- 636 <https://doi.org/10.1038/nature16512>
- 637 Ratter, J. A., Bridgewater, S., & Ribeiro, J. F., 2003. Analysis of the floristic composition of
638 the Brazilian cerrado vegetation III: comparison of the woody vegetation of 376 areas.
639 *Edinburgh Journal of Botany*. 60, 57-109.
- 640 <https://doi.org/10.1017/S0960428603000064>
- 641 Resende, I.L.M., Araújo, G.M., Oliveira, A.P.A., Oliveira, A.P., Júnior, R.S.A., 2004. Plant
642 community and abiotic characteristics of a murundu field in Uberlândia, MG. *Acta Bot
643 Bras*, 18, 9-17.
- 644 <https://doi.org/10.1590/S0102-33062004000100002>
- 645 Roberts, N., 1988. Dambos in development: management of a fragile ecological resource.
646 *Journal of Biogeography*, 141-148.
- 647 <https://doi.org/10.2307/2845054>
- 648 Rondon-Neto, R. M.; Watzlawick, L. F.; Caldeira, M. V. W. 2001. Diversidade florística e
649 síndromes de dispersão de diásporos das espécies arbóreas de um fragmento de floresta
650 ombrófila mista. *Revista Ciências Exatas e Naturais, Guarapuava*, 3, 209-216.

- 651 Shepherd, G.J. 2010. Fitopac 2.1. Campinas: Departamento de Botânica, Universidade
652 Estadual de Campinas.
- 653 Silva, A.M. D., Canuto, D. S. D. O., Alves, M. C., Buzetti, S., Moraes, M. L. T. D., Sakamoto,
654 A. Y., 2016. Chemical characteristics of a red latosol in recovering under *Pinus* spp.
655 Ciência Florestal. 26, 1049-1060.
- 656 Silva, L.C.R., Vale, G.D., Haidar, R.F., S.L Sternberg, L. 2010. Deciphering earth mound
657 origins in central Brazil. Plant and Soil. 336, 3–14.
- 658 <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0329-y>
- 659 Soares, D. M., Nascimento, A. R. T., Silva, L. C., de Pinho Júnior, G. V., 2015. Natural
660 Regeneration and Biological Invasion by *Pinus caribaea* Morelet in Two Vereda Sites:
661 Woody Vegetation Response. American Journal of Plant Sciences. 6, 2708.
- 662 <https://doi.org/10.4236/ajps.2015.617272>
- 663 Tannus, J.L., Assis, M.A., Morellato, L.P.C. 2006. Fenologia reprodutiva em campo sujo e
664 campo úmido numa área de cerrado no sudeste do Brasil, Itirapina-SP. Biota
665 Neotropica 6(3).
- 666 <https://doi.org/10.1590/S1676-06032006000300008>
- 667 Valéry, L., Fritz, H., Lefevre, J. C., Simberloff, D., 2008. In search of a real definition of
668 the biological invasion phenomenon itself. Biological invasions. 10, 1345-1351.
- 669 <https://doi.org/10.1007/s10530-007-9209-7>
- 670 Valéry, L., Fritz, H., Lefevre, J. C., Simberloff, D. 2009. Ecosystem-level consequences of
671 invasions by native species as a way to investigate relationships between evenness and
672 ecosystem function. Biological Invasions. 11, 609-617.
- 673 <https://doi.org/10.1007/s10530-008-9275-5>
- 674 Veloso, H. P. Manual técnico da vegetação brasileira, IBGE. ed. 2012.

675 Ziller, S. R., 2000. A estepe gramíneo-lenhosa no segundo planalto do Paraná: diagnóstico
676 ambiental com enfoque à contaminação biológica. 268 p.

Conclusão Geral

No primeiro capítulo, foi observado uma ampla variedade de espécies de plantas lenhosas que colonizaram as áreas de campos de murundus e também como essas áreas podem ser importantes para a conservação do Cerrado. Os campos de murundus também são áreas que abrigam espécies de outras fitofisionomias, tais como espécies endêmicas do bioma Cerrado. Por fim, é importante ressaltar que existem poucos estudos sobre a ecologia vegetal de campos de murundus.

Para o segundo capítulo, foi encontrado que as áreas de campos de murundus estão em diferentes níveis de regeneração, e apresentaram diferenças na abundância de indivíduos, riqueza de espécies e composição taxonômica, indicando processos sucessionais em andamento. Os resultados indicaram que as áreas de regeneração apresentaram trajetórias sucessionais diferentes, apesar de terem sido abandonadas ao mesmo tempo. Isto reforça a necessidade de futuros estudos, por exemplo, estudo que avaliem se as áreas oferecem condições para a colonização de novas espécies. Por fim, este estudo pode ajudar em medidas a serem tomadas para auxiliar no processo de regeneração destas áreas, considerando o contexto da paisagem antropizada ao redor destas áreas de preservação.