



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**RIQUEZA FLORÍSTICA E DIVERSIDADE FUNCIONAL DA FLORA LENHOSA
EM CERRADO SENTIDO RESTRITO E ÁREAS REVEGETADAS COM LODO
DE ESGOTO**

PATRÍCIA CORRÊA GUEDES DE SOUZA

Brasília, DF
2017



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

**RIQUEZA FLORÍSTICA E DIVERSIDADE FUNCIONAL DA FLORA LENHOSA
EM CERRADO SENTIDO RESTRITO E ÁREAS REVEGETADAS COM LODO
DE ESGOTO**

Estudante: Patrícia Corrêa Guedes de Souza

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Rodrigues Pinto

Coorientador: MSc. Alexander Paulo do Carmo Balduino

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, como parte das exigências para obtenção do título de Engenheira Florestal.

Brasília, DF
2017

Universidade de Brasília
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia Florestal

**RIQUEZA FLORÍSTICA E DIVERSIDADE FUNCIONAL DA FLORA LENHOSA
EM CERRADO SENTIDO RESTRITO E ÁREAS REVEGETADAS COM USO DE
LODO DE ESGOTO**

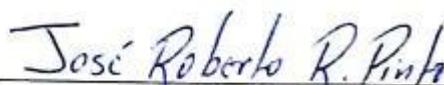
Estudante: Patricia Corrêa Guedes de Souza

Matrícula: 12/0019973

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Rodrigues Pinto

Coorientador: MSc. Alexander Paulo do Carmo Balduino

Menção: SS



Prof. Dr. José Roberto Rodrigues Pinto
Universidade de Brasília – UnB
Departamento de Engenharia Florestal
Orientador



Prof. Dra. Cássia Beatriz Rodrigues Munhoz
Universidade de Brasília – UnB
Membro da Banca



Prof. Dr. Rodrigo Studart Corrêa
Universidade de Brasília – UnB
Membro da Banca

Brasília, dezembro de 2017.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela minha vida, saúde e sabedoria, pelas pessoas maravilhosas que colocou em meu caminho durante esta jornada, por me proteger e me fortalecer diante das dificuldades e por sempre me mostrar que nada é impossível pela Fé.

Aos meus guerreiros pais que tanto amo, Neomar e Alaides, por serem meus verdadeiros alicerces. Agradeço pelo tamanho amor e cuidado ao longo de toda minha vida, por serem os maiores incentivadores da minha carreira, por me ensinar desde cedo a importância dos estudos e por serem avós incríveis para meu filho.

Às minhas irmãs, Letícia e Clarice, por todo apoio e incentivo.

Ao meu digníssimo esposo, Josiel, por todo amor, apoio, compreensão e paciência nos momentos de ansiedade e angústia, por me ajudar a tomar as decisões certas ao longo dessa caminhada, por ser um maravilhoso marido e principalmente por ser um amoroso pai.

Ao meu querido filho, João Henrique, presente de Deus, que mesmo tão pequeno me traz um força enorme e vontade de querer ser uma pessoa cada vez melhor. Filho, obrigada pelos seus carinhos, olhar doce e sorriso alegre. É por você que me mantenho firme nas lutas da vida.

Aos meus avós, Abetriz, Anita, Joel (*in memoriam*) e Raimundo (*in memoriam*), pois sei que sempre intercedem pelos meus estudos, onde quer que estejam, através de suas poderosas orações. A todos os meus familiares que de alguma forma contribuíram para minha formação e, ainda que distantes, sempre torceram por mim.

A todos os meus amigos que contribuíram para que eu chegasse até aqui, especialmente as mais lindas e incríveis amigas: Anolda, Larica, Letiça, Marica, Deh, Cláudia, Mandis e Larycat. Vocês tornaram essa jornada mais leve, alegraram todos os meus dias durante estes anos e cada uma, à sua maneira, me ensinou grandes lições!

Ao meu coorientador Alexander Balduino, por todo aprendizado, discussões construtivas, pelo auxílio em todas as etapas deste trabalho e por me contagiar com seu entusiasmo.

Ao meu orientador e grande professor José Roberto, por tamanho aprendizado, simpatia, paciência, pelo auxílio em campo, por estar sempre preocupado com meu aprendizado e com a qualidade do trabalho.

Ao Herbário UB, pelo ótimo acervo e estrutura que tornou possível a identificação das espécies deste trabalho. Aos técnicos do herbário, por estarem sempre disponíveis a qualquer hora para ajudar.

Às professoras Cássia Munhoz, Carolyn Proença, Regina Célia, aos especialistas Jair Faria, Roberta Chacon, Moisés Mendoza e João Bringel pelo grande auxílio na identificação das espécies.

Ao Milton, pela disponibilidade, por ajudar com as identificações, com as análises estatísticas no software R e pelas contribuições na discussão do trabalho.

Ao Willian Gomes por contribuir com inúmeros dados de atributos funcionais.

A todos os professores da Universidade de Brasília que de alguma forma contribuíram para minha formação pessoal, profissional e acadêmica.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VII
LISTA DE TABELAS.....	VII
1. INTRODUÇÃO.....	8
1.1. OBJETIVO GERAL.....	9
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
1.3. HIPÓTESE.....	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1. DEGRADAÇÃO DO CERRADO NO DISTRITO FEDERAL	10
2.2. RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS	10
2.3. USO DO LODO DE ESGOTO	12
2.4. DIVERSIDADE FUNCIONAL	14
2.5. CLASSIFICAÇÃO DE GRUPOS SUCESSIONAIS	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1. ÁREA DE ESTUDO	16
3.2. COLETA DE DADOS	19
3.3. ANÁLISE DOS DADOS.....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
5. CONCLUSÃO.....	27
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
ANEXOS	49

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização da área de estudo localizada na quadra QI29 da Região Administrativa do Lago Sul, Brasília - DF, com destaque para a revegetada a partir da aplicação lodo de esgoto (QI29L) e a área de vegetação nativa (QI29C).....17
- Figura 2.** Localização da área de estudo localizada na Jazida 294 da Região Administrativa do Gama, Brasília - DF, com destaque para a revegetada a partir da aplicação lodo de esgoto (J294L) e a área de vegetação nativa (J294C).....18
- Figura 3.** Curva de acumulação de espécie em função do tempo de amostragem. A = área amostral J294 e B = área amostral QI29, ambas no Distrito Federal. Linha contínua para as áreas de vegetação nativa e linha pontilhada para as áreas revegetadas.....21

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Riqueza de espécies arbustivo-arbóreas para os grupos funcionais (FGR) identificados em áreas revegetadas com aplicação de lodo de esgoto (L) e áreas de vegetação nativa do Cerrado sentido restrito (C), no Distrito Federal. J294 corresponde a Jazida 294 localizada na região administrativa do Gama e QI29 corresponde a quadra interna 29 do Lago Sul. Os valores no interior da tabela correspondem ao número de espécies de cada área que estão presentes em cada grupo funcional.....25
- Tabela 2.** Índice de Riqueza funcional (FRic) para as espécies arbustivo-arbóreas amostradas em áreas revegetadas com aplicação de lodo de esgoto (L) e áreas de vegetação nativa do Cerrado sentido restrito (C), no Distrito Federal. J294 corresponde a Jazida 294 localizada na região administrativa do Gama e QI29 corresponde a quadra interna 29 do Lago Sul.....27

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado possui vasta diversidade de plantas e animais, contribuindo significativamente para biodiversidade mundial (MMA, 2017). São mais de 12 mil espécies de plantas já catalogadas (Mendonça *et al.*, 2008), sendo que mais de 40% das espécies da flora lenhosa são de ocorrência exclusiva desse bioma (ICMBIO, 2017). Apesar de toda sua relevância ecológica, o Cerrado é alvo de grande exploração e vêm sofrendo perda constante de seu território original ocasionada pelas mudanças no uso dos solos (MACHADO *et al.*, 2004; KLINK & MACHADO, 2005). Essa intensa exploração torna o Cerrado um dos biomas mais ameaçados do planeta (MITTERMEIER *et al.*, 2005), estando entre as 34 áreas prioritárias para a conservação mundial (LAMAS *et al.*, 2007).

Dentre os diversos fatores transformadores de paisagens naturais, a mineração de superfície é uma das formas mais severas de degradação e alteração antropogênica de habitats (WIJESEKARA *et al.*, 2016). A retirada dos horizontes superficiais do solo resulta em lavras profundas com exposição do horizonte C (CORRÊA *et al.*, 2005; CORRÊA *et al.*, 2010). Os substratos expostos à superfície pela mineração apresentam-se em condições críticas para o crescimento e desenvolvimento de plantas e outros organismos (GOEDERT & CORRÊA, 2004; CORRÊA & BENTO, 2005). Dentre as inúmeras ações que podem ser adotadas na recuperação de um ambiente degradado, a incorporação de matéria orgânica no solo tem sido muito utilizada, visando melhorar as características físicas e químicas do solo, adequando-o para o restabelecimento da vegetação (GOEDERT & CORRÊA, 2004; KITAMURA *et al.*, 2008; NOGUEIRA *et al.*, 2012).

O lodo de esgoto tem sido utilizado como fonte de matéria orgânica e de nutrientes em diversas aplicações (COLODRO, 2005; MELO, 2006; BARBOSA & TAVARES FILHO, 2006; CAMPOS, 2006; KITAMURA *et al.*, 2008). Em áreas mineradas o lodo atua no estabelecimento inicial de plantas (CORRÊA, 2009), melhorando a agregação das partículas e influenciando características estruturais e químicas do solo, como por exemplo, a retenção de água e capacidade de troca catiônica (BEZERRA *et al.*, 2006; BONINI *et al.*, 2015).

Diversas são as formas de conhecer a biodiversidade e funcionamento de um ecossistema. São exemplos: diversidade de espécies, de paisagem, diversidade genética, e filogenética. Além das medidas tradicionais de diversidade, nos últimos anos, muito se tem investigado a cerca da diversidade funcional. A diversidade funcional trata do valor

ecológico de cada espécie e sua influência no funcionamento das comunidades (TILMAN, 2001) e, portanto, tem se mostrado como abordagem ecológica mais sensível para detecção de mudanças no ambiente (RICOTTA, 2005; PETCHEY & GASTON, 2006).

Entender os processos ecológicos que ocorrem em ambientes degradados, como em áreas mineradas, são de suma importância para a adoção de estratégias cada vez mais eficientes que auxiliem o retorno desses ambientes a um estado de equilíbrio (IBAMA, 1990; ENGEL & PARROTTA, 2003; FAGG, *et al.* 2011; DURIGAN, 2011; MARTINS, *et al.* 2012; RODRIGUES, 2013). Entretanto, mais do que atingir uma condição de equilíbrio é importante saber se essas técnicas de recuperação estão conduzindo áreas degradadas ao retorno das condições ecológicas mais próximas possíveis de seus ecossistemas originais de forma a contribuir para a manutenção da biodiversidade do bioma.

Alguns estudos têm abordado a diversidade funcional como ferramenta para elaboração de estratégias e compreensão dos processos que regem a recuperação e restauração de áreas degradadas (CAVALHEIRO *et al.*, 2002; MARTINS, 2013). Contudo, são escassos os estudos que buscam investigar a composição de espécies e a diversidade funcional de comunidades lenhosas desenvolvidas sobre substratos minerados adubados com lodo de esgoto.

1.1. OBJETIVO GERAL

Verificar se a recuperação de áreas mineradas, revegetadas a partir da aplicação de lodo de esgoto, está conduzindo esses ambientes para condições similares às do ecossistema de origem (Cerrado sentido restrito) em termos de composição florística, riqueza de espécies e diversidade funcional.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar a composição florística do estrato arbustivo-arbóreo entre duas áreas mineradas revegetadas a partir da aplicação de lodo de esgoto e duas áreas de vegetação nativa em Cerrado sentido restrito;
- Comparar a riqueza de espécies arbustivo-arbóreas entre duas áreas mineradas revegetadas a partir da aplicação de lodo de esgoto e duas áreas de vegetação nativa em Cerrado sentido restrito;

- Realizar o levantamento de atributos funcionais e propor a reclassificação das espécies arbustivo-arbóreas do Cerrado sentido restrito quanto ao seu desenvolvimento no processo de sucessão ecológica;
- Comparar a diversidade funcional do estrato arbustivo-arbóreo entre áreas mineradas revegetadas a partir da aplicação de lodo de esgoto e as áreas de vegetação nativa em Cerrado sentido restrito.

1.3. HIPÓTESE

Espera-se encontrar baixa similaridade entre as áreas revegetadas a partir da aplicação lodo de esgoto e as áreas nativas em termos de composição florística, riqueza de espécies e diversidade funcional.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. DEGRADAÇÃO DO CERRADO NO DISTRITO FEDERAL

As transformações ocorridas na paisagem do Cerrado trouxeram consigo a fragmentação de habitats, extinção da biodiversidade, invasão de espécies exóticas, erosão dos solos, poluição de aquíferos, degradação de ecossistemas, alterações nos regimes de queimadas, desequilíbrios no ciclo do carbono e possivelmente modificações climáticas regionais (RESENDE, 2012). Atualmente, estima-se uma redução de 50% da cobertura original de Cerrado, sendo que as maiores perdas ocorreram em formações savânicas (CODEPLAN 2015).

No Distrito Federal, com a construção da capital do país veio a urbanização, crescimento das cidades satélites, início de práticas da agricultura e da pecuária e também danos causados pela mineração (CORRÊA & BENTO, 2005). A mineração no Distrito Federal, principalmente relacionada a exploração de materiais para a construção civil (areia, brita, argila, cascalho e outros) deixou extensas áreas com substratos expostos (CORRÊA & BENTO, 2005). Um levantamento realizado em 2004 mostrou que 0,6 % do território do Distrito Federal encontravam-se degradado por áreas mineradas não recuperadas (CORRÊA *et al.*, 2004).

2.2. RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

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

Já o termo recuperação pode ser entendido como o resgate da estabilidade e integridade ecológica dos ecossistemas naturais (SER, 2004).

Para entender os processos que regem áreas degradadas faz-se necessário o conhecimento de um conjunto de informações ecológicas, culturais e históricas de ecossistemas intactos comparáveis, que servirão de referência para traçar condições que favoreçam o restabelecimento da integridade do ecossistema degradado (SER, 2004).

O sucesso do restabelecimento da vegetação vai depender das práticas de recuperação adotadas e da capacidade de resiliência do ecossistema. A resiliência do ecossistema é a velocidade que ele leva para retornar ao seu estado inicial após uma perturbação (GRISI, 2007). No caso de áreas degradadas já se sabe que a regeneração natural tende a ser bastante lenta (DURIGAN, 1999; RODRIGUES *et al.*, 2007), especialmente em áreas de mineração, pois a retirada do solo reduz a quantidade de propágulos capazes de brotar e dar início ao restabelecimento da vegetação (CORRÊA, 2009).

Os ambientes que perderam a capacidade de regeneração natural podem receber intervenções humanas como forma de acelerar o processo de recuperação (CORRÊA & MELO, 1998; RODRIGUES & GANDOLFI, 2004). Diversas técnicas são utilizadas para a recuperação áreas degradadas, dentre elas podemos citar o plantio de mudas em área total ou em ilhas vegetativas. A primeira é indicada para áreas cuja vegetação foi totalmente eliminada (MOREIRA, 2002) e o plantio em ilhas é indicado quando a área a ser recuperada é muito grande e se dispõe de poucos recursos financeiros para a restauração (KAGEYAMA & GANDARA, 2004).

A escolha adequada das espécies é um ponto essencial na recuperação e deve ser feita de modo a reflorestar, restabelecer as relações ecológicas de diversidade e autoperpetuação da vegetação (RODRIGUES & GANDOLFI, 2004), favorecendo a recuperação tanto da forma quanto da função (FELFILI *et al.*, 2002; MELO, 2006). As espécies mais indicadas para a recuperação de áreas degradadas são as pioneiras, pois possuem crescimento rápido e recobrem o solo em menor tempo (FELFILI *et al.*, 2002). Além de espécies que transloquem nutrientes das camadas mais profundas do solo para a superfície, promovam a acumulação da matéria orgânica nas camadas superiores e criem condições para o desenvolvimento de outras espécies não-pioneiras (ALMEIDA, 2000; FELFILI, 2000). Diferentes modelos podem ser utilizados nos programas de revegetação (BOTELHO *et al.*, 1996; KAGEYAMA & GANDARA, 2004). Esses modelos apresentam

formas de distribuição dos diferentes grupos ecológicos, assim como apresentam diversas proporções entre as espécies empregadas (MOREIRA, 2002). A escolha de um modelo de recuperação mais adequado para cada situação deve considerar os conhecimentos teóricos básicos, informações sobre a área e também a tecnologia disponível (KAGEYAMA & GANDARA, 2004).

Nos substratos expostos por quaisquer atividades de degradação um importante processo que merece atenção é a erosão (CORRÊA, 2007). A erosão é o processo de desprendimento e transporte de partículas do solo que em regiões tropicais pode ser causada pela água ou pelo vento (HARIDASAN, 1994). Segundo esse autor, a perda dessas partículas está associada também a perda de nutrientes, que reduz ainda mais as chances de revegetação natural nas áreas erodidas.

No Distrito Federal as perdas de solo, provocadas pela erosão, em locais minerados e abandonados são cerca de três mil vezes maiores que as perdas de sedimentos de solos sob matas nativas (CORRÊA, 2007). Esse autor afirma que, nessa situação, a revegetação é a medida mais eficiente para o controle de erosão, pois a presença de vegetação sobre os solos do Cerrado é suficiente para reduzir em até 90% as perdas de solo. Esse autor listou onze medidas mais utilizadas para o controle de erosão. Dentre elas estão o reflorestamento total ou parcial da área, estabelecimento de uma camada herbácea de rápido crescimento e a incorporação de matéria orgânica ao substrato.

Uma fonte de matéria orgânica alternativa, que vem sendo estudada com resultados promissores, é a utilização do lodo de esgoto na recuperação de áreas degradadas (CORRÊA *et al.*, 2000). O interesse na utilização desse resíduo se deve ao baixo custo de obtenção e aos efeitos positivos nas propriedades químicas e físicas do solo. Sampaio *et al.* (2012) confirmaram que o lodo atua como condicionador do solo sendo, portanto, recomendado para utilização na recuperação de áreas degradadas por recuperar algumas características físicas e químicas dos solos.

2.3. USO DO LODO DE ESGOTO

O lodo de esgoto é um resíduo resultante do tratamento de esgoto urbano. Sua composição química e microbiológica varia em função de sua origem, processo adotado no tratamento de esgotos e sazonalidade (BETTIOL & CAMARGO, 2000). A utilização desse resíduo deve ser feita de forma criteriosa, com precauções quanto à localização, forma e dose de aplicação do lodo, evitando contaminação do solo, nascentes, cursos d'água e lençóis freáticos com patógenos e metais pesados, pois há riscos ambientais e de saúde

pública quando se decide pela utilização desse material (GONÇALVES *et al.*, 2002; ALAMINO, 2010).

O Distrito Federal (DF) produz diariamente cerca 400 toneladas de lodo de esgoto (BATISTA, 2015). Desde que sejam atendidas as devidas exigências de utilização, o lodo gerado pelas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) do DF é permitido na agricultura, silvicultura e recuperação de áreas degradadas (Resoluções CONAMA 375/2006 e CONAM/DF 003/2006). Na silvicultura, espécies de importância comercial do gênero *Eucalyptus* apresentaram melhoras em seu desenvolvimento após ser adubada com lodo de esgoto (VAZ & GONÇALVES, 2002; COLODRO, 2005). Em reflorestamentos, o lodo possui grande potencial para ser utilizado, já que esta atividade que não envolve produtos para consumo alimentar e pode ser instalada em áreas distantes de núcleos urbanos, com acesso restrito (COLODRO, 2005).

Na recuperação de áreas degradadas, o lodo de esgoto proporciona melhor desenvolvimento do sistema radicular das plantas (BARBOSA & TAVARES FILHO, 2006), atua na redução da acidez do solo (MELO, 2006) e no aumento dos nutrientes disponíveis para as plantas (BARBOSA & TAVARES FILHO, 2006). A saturação por bases, capacidade de troca catiônica e aumento nos teores de fósforo e nitrogênio são exemplos de propriedades químicas positivamente afetadas pelo lodo de esgoto (BEZERRA *et al.*, 2006; BONINI *et al.*, 2015). O lodo promove o equilíbrio da relação C:N e a produção de serrapilheira, resultando em ainda mais matéria orgânica via ciclagem de nutrientes (EMBRAPA, 2011). Esse incremento de matéria orgânica melhora o estado de agregação das partículas do solo (DE MARIA *et al.*, 2007) e isso reflete em características estruturais como a densidade do solo, infiltração, retenção de água e escoamento superficial (EMBRAPA, 2011). Quanto à biota do solo, a rápida decomposição da matéria orgânica do lodo promove aumento na atividade microbiana, apresentando-se como um bom indicativo de recuperação do solo (COLODRO *et al.*, 2007).

Corrêa *et al.* (2010) testaram o desenvolvimento de mudas de espécies arbóreas nativas do Cerrado com tratamento de lodo de esgoto e lixo compostado e constataram que as mudas adubadas com lodo tiveram um melhor desempenho e maior sobrevivência. Em jazidas mineradas no Distrito Federal, o lodo de esgoto tem proporcionado uma recuperação eficiente da área degradada, com o desenvolvimento espontâneo de diversas

espécies vegetais e com rápida cobertura do substrato (CORRÊA *et al.*, 2000; BORGES *et al.*, 2009).

2.4. DIVERSIDADE FUNCIONAL

A diversidade funcional pode ser definida pela variedade de características que cada espécie possui e a influência que essas características exercem no funcionamento das comunidades (TILMAN, 2001), independentemente da diversidade genética dos organismos (CIANCIARUSO, 2009). Segundo esses autores, a diversidade funcional avalia a diferença entre os organismos a partir de características funcionais, também denominadas de traços ou atributos funcionais. Atributos funcionais são quaisquer características morfológicas, fisiológicas ou fenológicas nas plantas ou em outro organismo, que potencialmente afetam a sua funcionalidade no ambiente (PÉREZ-HARGUINDEGUY *et al.*, 2013).

Comunidades com baixa riqueza de espécies, tanto naturais quanto restauradas, tendem a apresentar baixa diversidade funcional, reduzindo sua capacidade de prestar uma gama maior de serviços ambientais (TABARELLI *et al.*, 2008). Nesse contexto, a elevada diversidade de espécies nativas nas áreas em processo de recuperação pode contribuir consideravelmente para a conservação da biodiversidade em escala regional, promovendo o aumento da conectividade funcional da paisagem (RODRIGUES *et al.*, 2009b) e a sobrevivência das espécies vegetais, dos animais e dos microrganismos que dependem dessas plantas (TABARELLI *et al.*, 2005). Com isso, o conceito de diversidade funcional tem se revelado como ferramenta mais sensível em relação às medidas tradicionais de diversidade, tornando-se interessante instrumento para o monitoramento de impactos ambientais (ERNST *et al.*, 2006) e, por isso, alguns estudos têm utilizado o conceito de diversidade funcional na recuperação e restauração de áreas degradadas (CAVALHEIRO *et al.*, 2002; MARTINS, 2013).

O interesse por esse tipo de abordagem é crescente e diversas medidas de diversidade funcional vêm surgindo na literatura (CIANCIARUSO *et al.*, 2009). Segundo esses autores, essas medidas são basicamente divididas em categóricas e contínuas. As medidas categóricas representam a maneira mais antiga de medir a diversidade funcional, dada pelo número de grupos funcionais (GF) presentes na comunidade, também chamada de riqueza de grupos funcionais (*functional group richness* – FGR) (TILMAN *et al.* 1997; DÍAZ & CABIDO 2001). Ao utilizar os grupos funcionais, duas ressalvas devem ser destacadas (TILMAN, 1997; CIANCIARUSO *et al.*, 2009): 1) O nível de corte para

selecionar os grupos funcionais provém de decisões arbitrárias e, 2) Considera-se que todas as espécies do mesmo grupo apresentam a mesma função e que espécies de outro GF são igualmente diferentes.

As medidas contínuas constituem em medir a dispersão das espécies em um espaço n -dimensional de características funcionais (RICOTTA, 2005; PETCHEY & GASTON, 2006; CIANCIARUSO *et al.*, 2009). Elas são mais vantajosas em relação às categóricas (DÍAZ & CABIDO, 2001) especialmente por não ter a necessidade de utilizar decisões arbitrárias (PETCHEY & GASTON 2002). No caso das medidas contínuas, alguns índices foram testados e sugeridos por Mouchet *et al.* (2010), como os índices *Functional richness* (FRic), *Functional evenness* (FEve) e *Functional divergence* (FDiv). O FRic corresponde ao volume do espaço funcional ocupado pelas espécies (VILLÉGER *et al.*, 2008; MOUCHET *et al.*, 2010). O FDiv é o desvio das espécies na distância média do centro de gravidade, ponderada pela abundância relativa (VILLÉGER *et al.*, 2008). O FEve consiste na soma dos braços do dendrograma de cobertura mínima, ponderado pela abundância das espécies (VILLÉGER *et al.*, 2008).

2.5. CLASSIFICAÇÃO DE GRUPOS SUCESSIONAIS

Há uma enorme variedade de termos utilizados para classificar as espécies dentro do processo de sucessão ecológica das comunidades vegetais (MACIEL, *et al.*, 2003). Ao longo da busca pelos grupos sucessionais das espécies do presente estudo, foi observado que a grande maioria foi classificada como pioneiras, secundárias iniciais, secundárias tardias e clímax, definições propostas por Budowski (1965). Apenas algumas espécies foram encontradas dentro da classificação de heliófita, proposta por Lorenzi (2002), quando as espécies são exigentes por luz na fase de crescimento inicial, assemelhando-se às classificações de pioneiras e secundárias iniciais. Em resumo, essas categorias são conceituadas da seguinte forma (MACIEL, *et al.*, 2003): a) Pioneiras: espécies de crescimento muito rápido que recobrem rapidamente o solo, desenvolve-se sob abundância de luz, possui ciclo de vida muito curto (0-10 anos), sementes pequenas e de longa viabilidade no solo, b) Secundárias iniciais: espécies de crescimento muito rápido, ciclo de vida curto (10-25 anos), sementes pequenas e de longa viabilidade no solo, que se desenvolvem sob abundância de luz, mas necessitam de um estímulo para crescer, c) Secundárias tardias: espécies de crescimento rápido ou lento, ciclo de vida médio (40-100 anos), sementes pequenas a médias e de menor viabilidade que as secundárias iniciais, desenvolvem-se sob sombra no estágio juvenil, d) Clímax: espécies de crescimento muito

lento, ciclo de vida longo (>100 anos), sementes grandes e de curta viabilidade, se desenvolvem sob sombra até a fase adulta. Contudo, todas estas classificações ecológicas são uma simplificação teórica dentro do amplo gradiente de características das espécies de florestas tropicais (MACIEL *et al.*, 2003; SANTOS *et al.*, 2004). Além disso, por se tratar de uma classificação mais voltada para formações florestais, nas quais, dentre outros aspectos, a quantidade de luz é o principal fator determinante no processo de sucessão (WHITMORE, 1990), talvez esta não seja a melhor classificação a ser utilizada em formações mais abertas como o Cerrado sentido restrito (DURIGAN, 2003; 2011), onde a quantidade de luz que chega a todos os estágios da vegetação é maior em relação às formações florestais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDO

Este estudo se concentrou em duas áreas degradadas pela mineração, designadas como jazidas QI29 e J294. As jazidas estudadas receberam cerca de 150t/ha (base seca) de lodo de esgoto proveniente das ETEs Sul e Norte (Distrito Federal), que foram incorporados na camada superficial (0-20cm) dos substratos minerados mediante subsolagem, aração e gradeamento.

A QI29 corresponde à área localizada na quadra QI29 da Região Administrativa do Lago Sul. Neste trabalho subdividimos esta área em dois locais de amostragem. A QI29L e QI29C. A QI29L corresponde à área minerada para extração de argila. A QI29C representa a vegetação nativa do Cerrado sentido restrito localizado ao lado da área minerada. A QI29L recebeu aplicação de lodo de esgoto em 1997 e possui aproximadamente 7,3 ha de amostragem. Situa-se entre as coordenadas 15° 48' 43" de latitude Sul e 47° 47' 38" de longitude Oeste. A área denominada QI29C é a área com vegetação nativa de Cerrado sentido restrito, em bom estado de conservação, representando a vegetação nativa que havia antes da mineração. A área QI29C possui aproximadamente 8,7 ha de amostragem e está situada entre as coordenadas 15° 48' 36" de latitude Sul e 47° 47' 24" de longitude Oeste (Figura 1).

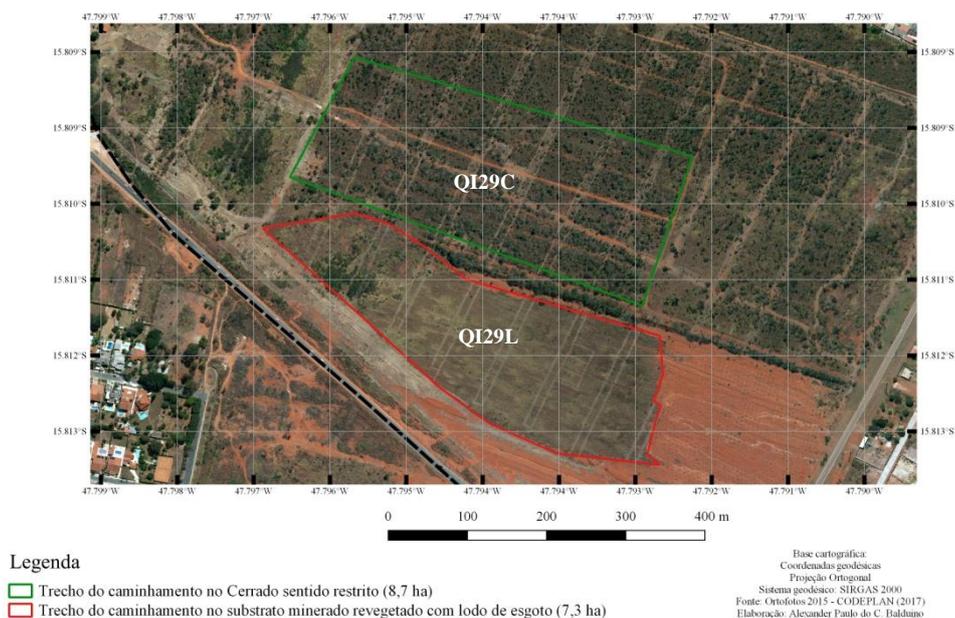


Figura 1. Localização da área de estudo localizada na quadra QI29 da Região Administrativa do Lago Sul, Brasília - DF, com destaque para a revegetada a partir da aplicação lodo de esgoto (QI29L) e a área de vegetação nativa (QI29C).

A área J294 corresponde à área estudada localizada na Região Administrativa do Gama, denominada de Jazida 294, situada em propriedade particular. A J294L se refere a área que foi minerada para extração de cascalho. Possui aproximadamente 9 ha de extensão e está situada entre as coordenadas 15° 56' 53" de latitude Sul e 48° 10' 36" de longitude Oeste. Após a exploração de cascalho, a área recebeu aplicação de lodo de esgoto em 2002 e em 2005 foi transformada em pastagem, recebendo plantio de Braquiária (*Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R.D.Webster). Atualmente, cerca de 40 cabeças de gado utilizam esta área diariamente. Durante a atividade de mineração foram deixadas algumas “damas”, que são pequenos montes de solo original, os quais encontram-se, em boa parte, cobertos por vegetação. Estas “damas” estão representadas pelas manchas verde-escuras na área revegetada do mapa (Figura 2).

A área J294C corresponde a vegetação nativa de Cerrado sentido restrito e representa a cobertura vegetal que havia na J294L antes da mineração. Apesar de apresentar bom estado de conservação, eventualmente há presença de gado no local. A área possui aproximadamente 4 ha de extensão e situa-se entre as coordenadas 15° 57' 04" de latitude Sul e 48° 10' 35" de longitude Oeste (Figura 2).

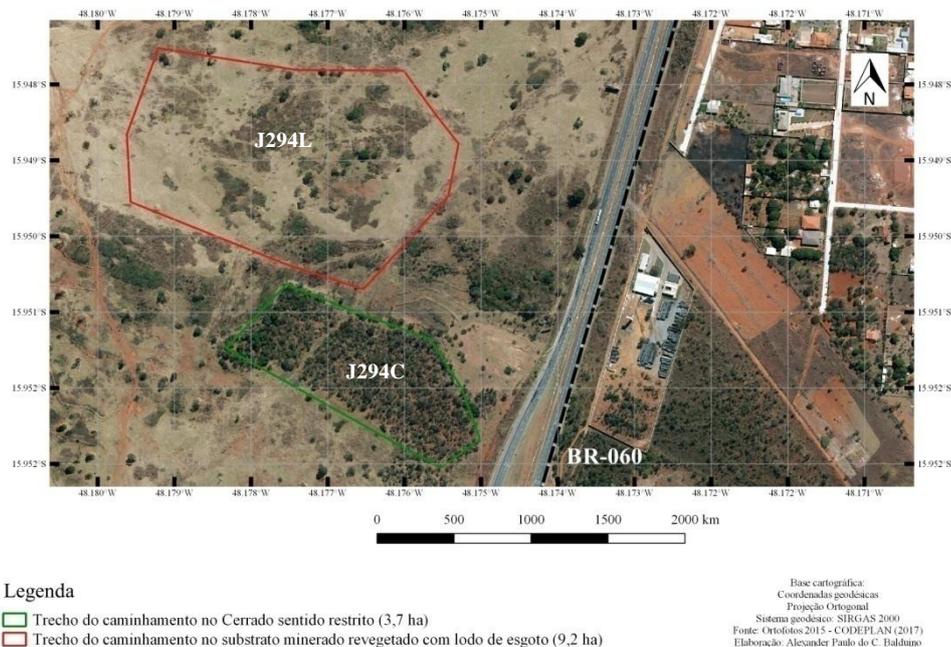


Figura 2. Localização da área de estudo localizada na Jazida 294 da Região Administrativa do Gama, Brasília - DF, com destaque para a revegetada a partir da aplicação lodo de esgoto (J294L) e a área de vegetação nativa (J294C).

Os solos nas áreas de estudo são Latossolos Vermelhos (áreas da QI29) e Cambissolos (áreas da J294) (REATTO *et al.*, 2004). Estas áreas representam bem as condições de áreas mineradas do Distrito Federal, pois Latossolos e Cambissolos são os dois principais tipos de solos minerados na região (CORRÊA *et al.*, 2004). Os Latossolos são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico dentro de 2 a 3 m da superfície do solo, imediatamente abaixo de horizonte A. Cambissolos são solos com horizonte B incipiente (Bi), textura franco-arenosa ou mais argilosa, geralmente apresenta teores uniformes de argila, podendo ocorrer ligeiro decréscimo ou um pequeno incremento de argila do A para o Bi. Alguns solos dessa classe possuem características morfológicas similares às dos Latossolos (EMBRAPA, 2006). As duas áreas (QI29 e J294) representam bem as condições de mineração no Distrito Federal, pois são os dois principais tipos de solos minerados na região (Latossolo e Cambissolo). Em ambas as áreas mineradas os solos tiveram seus horizontes A e B removidos, restando apenas parte do horizonte C e do saprólito (material de transição solo-rocha), em cavas com profundidade entre 3 e 4 metros na J294 e entre 4 a 6 m na QI29. Por apresentar cobertura vegetal, essas áreas serão referidas neste trabalho como ‘áreas revegetadas’.

Nas áreas estudadas o clima predominante é classificado por Tropical Úmido – AW, segundo a classificação de Köppen (CARDOSO *et al.*, 2014). A precipitação média anual varia de 1.200 a 1.600 mm (IBGE 2006). O relevo nas duas áreas é predominantemente plano a suave ondulado, classificado dentro da unidade geomorfológica Depressão Paranoá (EMBRAPA, 2004).

3.2. COLETA DE DADOS

Para o levantamento florístico das quatro áreas (QI29L, QI29C, J294L, J294C), foi adotado o método de caminhamento, também conhecido como método de varredura (RATTER *et al.*, 2000). Ele consiste em um método de amostragem destinado a coletar informações qualitativas da vegetação de forma prática e rápida (WALTER *et al.*, 2006). Por ser um método qualitativo, o método de caminhamento não fornece informações estruturais da vegetação. Porém, pela velocidade de aplicação, baixo custo e menor esforço de campo, esse tipo de método pode-se revelar importante ferramenta para auxiliar na conservação do Cerrado, já que permite obter informações florísticas rápidas e de boa qualidade desta vegetação (WALTER *et al.*, 2006).

O levantamento florístico foi realizado apenas para o estrato lenhoso, considerando os hábitos de crescimento arbustivo e arbóreo. Para as áreas QI29C e J294C (vegetação nativa), realizou-se caminhada aleatória de 60 minutos por toda a área de estudo, tempo considerado suficiente para amostrar esse tipo de vegetação (RATTER *et al.*, 2000). Foram registradas todas as espécies com altura acima de 1,0 metro, em intervalos consecutivos de dez minutos. Nas áreas QI29L e J294C (revegetadas), foi utilizado o mesmo critério de inclusão (altura > 1,0m), no entanto, a duração da caminhada foi de trinta minutos, com intervalos consecutivos de dez minutos. O tempo reduzido de caminhada nas áreas revegetadas se deve ao fato da vegetação arbustivo-arbórea ser visivelmente mais rala, o que faz a curva de acumulação espécie *versus* tempo se estabilizar num período de tempo menor do que na vegetação nativa. As espécies não identificadas em campo foram fotografadas, coletadas e herborizadas para posterior verificação junto ao herbário da UnB, especialistas e literatura específica. A lista de táxons foi atualizada a partir da Lista de Espécies da Flora do Brasil (FORZZA, 2015), assim como a classificação das espécies em nativa ou exótica ao bioma Cerrado.

Os atributos funcionais utilizados para o cálculo do índice de diversidade funcional neste estudo foram: grupo sucessional, síndrome de dispersão, síndrome de polinização e padrão de queda foliar. Esses atributos foram obtidos por meio de pesquisa na literatura.

Para os grupos sucessionais, ao invés de utilizar as classificações já existentes, que se baseiam na preferência por luz ou sombra (BUDOWSKI, 1965), neste trabalho consideramos como aspecto mais relevante a velocidade de crescimento da planta. Dessa forma, com base em algumas características já levantadas por Budowski (1965) e Lorenzi (2002), reclassificamos os grupos sucessionais da seguinte maneira: espécies pioneiras, secundárias iniciais e heliófitas serão reclassificadas como espécies de ‘crescimento rápido’. Espécies secundárias tardias e clímax serão reclassificadas como espécies de ‘crescimento lento’.

Na classificação das síndromes de polinização, consideramos: anemofilia (vento), cantarofilia (besouros), entomofilia (pequenos insetos como abelhas, vespas e moscas), falenofilia (mariposas), psicofilia (borboletas), ornitofilia (pássaros) e quiropterofilia (morcegos) (FAEGRI & VAN DER PIJL, 1979). As síndromes de dispersão foram classificadas em: anemocoria (vento), autocoria (própria planta), barocoria (gravidade), hidrocoria (água) e zoocoria (animais) (VAN DER PIJL, 1982). Quanto ao padrão de queda foliar, consideramos as classificações: sempre-verde (mantém a copa verde o ano todo), semidecídua (perde todas as folhas num curto período de tempo) e decídua (perde todas as durante a estação da seca) (WILLIAMS *et al.*, 1997). Eventualmente, algumas espécies apresentaram mais de uma classificação dentro do mesmo atributo funcional, porém, nesses casos consideramos o atributo descrito como predominante nas literaturas.

3.3. ANÁLISE DOS DADOS

Para avaliar a semelhança em termos de composição florística, riqueza de espécies e diversidade funcional entre as áreas revegetadas e as áreas de vegetação nativa, foram feitas comparações entre os pares QI29L *versus* QI29C e J294L *versus* J294C. A semelhança na composição de espécies foi avaliada pelo índice de similaridade de Jaccard (MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974). Esse índice expressa a semelhança entre ambientes, baseando-se no número de espécies comuns (FERREIRA-JÚNIOR, *et al.*, 2008). A riqueza de espécies será avaliada por análise comparativa simples do número de espécies encontradas em cada área.

A diversidade funcional foi avaliada nas duas formas descritas por Cianciaruso *et al.* (2009), ou seja, medidas categóricas e medidas contínuas. Como medida categórica, separamos as espécies em grupos funcionais (GF), obtendo assim, a riqueza de grupos funcionais (*functional group richness* – FGR). Como medida contínua foi utilizado o

índice de riqueza funcional (*functional richness* - FRic). Todas as análises de diversidade funcional foram realizadas com o auxílio do software R Core Team (2016).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As curvas de acumulação de espécies *versus* tempo apresentaram tendência à estabilização, sugerindo que a amostragem de espécies foi representativa nos locais estudados (Figura 3 A e B). Considerando as quatro áreas amostradas, foram registradas 131 espécies (122 nativas e 8 exóticas ao bioma) (Anexo 1). Das 8 espécies exóticas encontradas, 7 ocorreram apenas nas áreas revegetadas com lodo de esgoto.

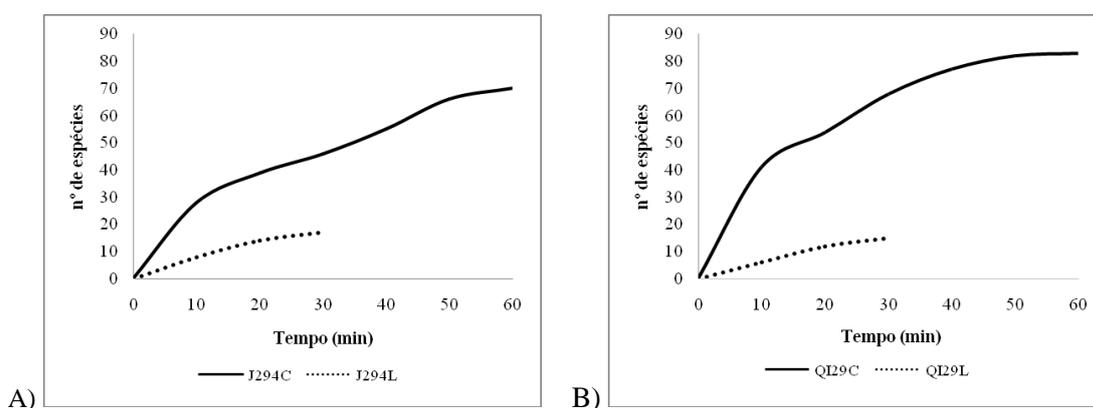


Figura 3. Curva de acumulação de espécie em função do tempo de amostragem. A = área amostral J294 e B = área amostral QI29, ambas no Distrito Federal. Linha contínua para as áreas de vegetação nativa e linha pontilhada para as áreas revegetadas.

As áreas revegetadas apresentaram menor número de espécies, com 17 espécies na J294L (pertencentes a 15 gêneros e 8 famílias) e 15 espécies registradas na QI29L (pertencentes a 13 gêneros e 9 famílias). Já nas áreas com vegetação nativa foram encontradas 70 espécies na área J294C (pertencentes a 58 gêneros e 18 famílias) e 83 espécies na área QI29C (pertencentes a 67 gêneros e 22 famílias). O elevado número de gêneros compostos por poucas espécies é característico do Cerrado (FELFILI *et al.*, 1994). Diante desses números, podemos observar que a riqueza florística das áreas revegetadas chega a ser em média cinco vezes menor que a riqueza encontrada nas comunidades nativas de Cerrado sentido restrito.

Diversos são os fatores que possivelmente estão causando essa grande diferença de riqueza entre as áreas nativas e revegetadas. Sabe-se que a recolonização de áreas mineradas dependem, num primeiro momento, da brotação de propágulos que

permaneceram no substrato após a mineração, como por exemplo, caules (REF) e raízes (PEREIRA, 1990; CORRÊA & BASTOS, 1996; CORRÊA *et al.* 1998; HOFFMANN, 1998; CORRÊA *et al.*, 2007). Essa constatação faz sentido quando se recorda que no Cerrado há mais biomassa subterrânea do que sob a forma de parte aérea (HARIDASAN, 2000; CORRÊA, 2009). Contudo, Corrêa (2009) afirma que a quantidade de raízes nos substratos minerados diminui conforme aumenta a profundidade de corte da lavra. Esse mesmo autor demonstra que áreas mineradas entre 1,6 e 2,2 metros de profundidade recuperaram entre 35 e 30% da diversidade original em função da brotação de raízes. Porém, em profundidades muito superiores não houve qualquer espécie rebrotando.

A similaridade entre as áreas nativas e revegetadas, segundo o Índice de Jaccard, foi de 4% na J294 e 7% na QI29. Essa baixa similaridade revela que em ambos os locais estudados, a grande maioria das espécies presentes nas áreas revegetadas não são as mesmas que ocorriam ali antes das atividades de mineração. Num estudo onde não houve aplicação de lodo de esgoto, Corrêa *et al.* (1998) encontraram resultados semelhantes, em que apenas 8% do número original de espécies lenhosas estavam presentes em uma cava explorada de até 2,7 metros. Dessa forma, apesar da tentativa de melhorar as condições do solo com a aplicação do lodo de esgoto, a profundidade da cava possivelmente exerceu uma influência significativa sobre a quantidade de propágulos aptas à brotação nas áreas mineradas, visto que a profundidade de corte das áreas amostradas foi entre 3 e 6 m. Ainda que tivesse restado um número maior de propágulos aptos à brotação, a profundidade de corte resultou em um substrato raso que, por si só, pode ser um fator limitante para o desenvolvimento de espécies arbóreas, uma vez que, as espécies arbóreas do Cerrado possuem sistema radicular bem desenvolvido e necessita penetrar a uma maior profundidade em busca de nutrientes e água (PALHARES, *et al.*, 2010).

Apesar deste estudo não ter avaliado a vegetação rasteira presente nas áreas (estrato herbáceo e subarbustivo), é importante salientar que nas observações em campo foi possível identificar que nas áreas revegetadas há predominância de espécies invasoras, especialmente gramíneas do gênero *Urochloa* e *Melinis* (*observação de campo*). Estudo recente realizado nessas mesmas áreas revelou que os substratos revegetados com lodo de esgoto apresentam condições de fertilidade muito superior àquelas encontradas nas áreas nativas de Cerrado (principalmente elevados teores de fósforo e nitrogênio), possivelmente em função das elevadas doses de lodo que foram aplicadas (cerca de 150t.ha⁻¹) (BALDUINO *et al.*, *no prelo*). Considerando que a maioria das espécies invasoras é

caracterizada pela alta eficiência na utilização dos nutrientes do solo, maior vantagem competitiva e por suportarem condições adversas (PIVELLO, 2011; MIRANDA, 2015), certamente a alteração na fertilidade dos substratos favoreceu o estabelecimento dessas espécies, não só do estrato herbáceo, mas também de espécies arbóreas consideradas invasoras (*Leucaena leucocephala*, *Ricinus communis* e *Tithonia diversiflora*).

A presença de espécies invasoras pode causar forte competição com as espécies nativas que tentam se estabelecer no substrato (FREITAS, 1999; PIVELLO *et al.*, 1999a), sobretudo espécies arbóreas. Esse processo de exclusão competitiva também pode ter comprometido o restabelecimento das espécies arbustivo-arbóreas nas áreas mineradas. Além disso, na área J294L em particular, o pisoteio pelo gado pode ter provocado expressiva compactação do solo e possivelmente ter dificultado ainda mais o restabelecimento de plantas arbóreas.

É importante destacar que independentemente da presença de espécies nativas ou exóticas, a aplicação do lodo de esgoto permitiu que as áreas mineradas passassem da condição de substrato totalmente exposto para a condição de significativa cobertura vegetal, protegendo a superfície dos processos erosivos mais severos como destacou Corrêa (2007). Na área QI29L é possível observar, no canto inferior direito da imagem, uma porção do substrato com coloração marrom-alaranjada. Essa porção não recebeu aplicação de lodo de esgoto, apenas plantios de mudas. A coloração marrom-alaranjada representa o substrato exposto e a reduzida cobertura vegetal, restrita apenas a pontos isolados onde foram realizados o plantio das mudas. Evidente que, estudos mais aprofundados devem ser realizados na área para comprovar a relação da cobertura vegetal com a aplicação de lodo de esgoto.

Quanto às síndromes de dispersão, observou-se que nas áreas revegetadas houve predominância da dispersão por animais e pelo vento. No entanto, na J294L houve participação significativa de outras síndromes de dispersão, como autocoria (18%) e barocoria (12%). A ocorrência desses outros mecanismos de dispersão podem auxiliar o processo de colonização de plantas nessa área, especialmente porque, ao cair no chão, seja por autocoria ou por barocoria, o fruto ou a semente fica disponível para que seja disperso por animais como mecanismo de dispersão secundária (LEAL & OLIVEIRA, 1998). Nas áreas com vegetação nativa, a principal forma de dispersão é a zoocórica (J294C 69% e QI29C 61%) seguida pela anemocórica (34% em cada uma das áreas). As demais síndromes ocorreram em porcentagens inferiores a 4% das espécies. Esses dados

corroboram outros estudos que destacam a zoocoria e anemocoria como as síndromes de maior ocorrência no Cerrado (PINHEIRO & RIBEIRO, 2001).

A polinização por pequenos insetos como abelhas, vespas e moscas foi predominante em todas as áreas, tanto revegetadas, quanto nativas. Nas áreas revegetadas, as porcentagens de entomofilia foram 94% e 100% para J294L e QI29L, respectivamente. Nas áreas nativas, apesar da predominância da entomofilia, devemos destacar que houve a ocorrência de todas as outras seis síndromes, mesmo que em porcentagens pequenas. Essas porcentagens revelam a presença de maior variedade da fauna polinizadora, reafirmando a maior biodiversidade nas áreas com vegetação nativa, já que a presença de diferentes agentes polinizadores contribuem para o aumento da diversidade genética de plantas (SHAHNAWAZ *et al.*, 2013)

Quanto aos grupos sucessionais, as espécies de crescimento rápido foram predominantes em todas as áreas. As áreas revegetadas apresentaram as maiores porcentagens, com 87% (QI29L) e 94% (J294L) das espécies. Esse comportamento já foi descrito por Corrêa & Melo Filho (2007), num estudo sobre o estrato lenhoso em áreas mineradas, quando observaram a predominância de espécies pioneiras colonizando estes locais, sugerindo que o processo de sucessão encontra-se em estágios iniciais, mesmo após décadas do término da exploração. Portanto, apesar de terem se passado entre 15 e 20 anos da aplicação de lodo de esgoto nas áreas revegetadas, estão em fases iniciais de sucessão, e, portanto, distantes de um equilíbrio semelhante ao das áreas nativas avaliadas (J294C e QI29C).

Nas áreas de vegetação nativa, as espécies de crescimento rápido apresentaram porcentagens de 77% (J294C) e 82% (QI29C). Considerando que as espécies de crescimento rápido são aquelas que, dentre outros aspectos, se desenvolvem sob abundância de luz (BUDOWSKI, 1965), pode-se dizer que este comportamento já era esperado, já que em formações abertas, como o Cerrado sentido restrito, a luz não costuma ser um fator limitante para o crescimento da maioria das plantas (KANEGAE *et al.*, 2000). Essa observação reforça ainda mais a necessidade de reclassificar as espécies quanto às categorias de sucessão ecológica, principalmente nas formações savânicas e campestres do Cerrado, ao invés de utilizar as classificações já existentes para formações florestais.

Com relação ao padrão de queda foliar, observou-se que as espécies arbustivo-arbóreas nas áreas de vegetação nativa são predominantemente decíduas 54% (J294C) e 60% (QI29C), seguida das espécies sempre-verdes (33% na J294C e 29% na QI29C).

Entre as áreas revegetadas houve diferença na distribuição de espécies quanto ao padrão de queda das folhas. Na J294L o predomínio foi de espécies sempre-verdes (59%), seguida das espécies semidecíduas (24%) e por último as espécies decíduas (18%). Já na QI29L, assim como no Cerrado, predominaram as espécies decíduas (47%), seguidas das sempre-verdes (40%) e semidecíduas (13%). O padrão de queda foliar está diretamente ligado às estratégias fenológicas das plantas para superar o déficit hídrico sazonal que o ocorre no Cerrado (SKARPE, 1996; OLIVEIRA 1998). Com isso, é possível observar que as espécies da área J294L possuem estratégias diferentes das espécies da área nativa, com relação à maneira como respondem a escassez de água. A diferença no tipo de solo pode estar causando essa diferença no padrão de queda foliar das espécies. Enquanto que na QI29L o solo é do tipo Latossolo, na J294L o tipo de solo é o Cambissolo. Cada tipo de solo responde de maneira diferente ao armazenamento de água (ROSSATO, 2002), podendo exercer efeitos nas estratégias fenológicas das espécies (OLIVEIRA, 1998).

A riqueza de grupos funcionais (FGR) revelou a existência de cinco grupos funcionais na área J294L e quatro grupos funcionais na QI29L. Já as áreas de vegetação nativa apresentaram seis grupos funcionais, cada uma (Tabela 1). A relação das espécies pertencentes a cada grupo encontra-se no Anexo I.

Tabela 1. Riqueza de espécies arbustivo-arbóreas para os grupos funcionais (FGR) identificados em áreas revegetadas com aplicação de lodo de esgoto (L) e áreas de vegetação nativa do Cerrado sentido restrito (C), no Distrito Federal. J294 corresponde a Jazida 294 localizada na região administrativa do Gama e QI29 corresponde a quadra interna 29 do Lago Sul. Os valores no interior da tabela correspondem ao número de espécies de cada área que estão presentes em cada grupo funcional.

Área	Grupos funcionais					
	grupo 1	grupo 2	grupo 3	grupo 4	grupo 5	grupo 6
J294C	9	20	19	5	7	10
QI29C	11	25	25	4	9	9
QI29L	6	5	0	2	1	1
J294L	6	3	6	0	0	2

Analisando de maneira isolada apenas o número de grupos funcionais é possível afirmar que as áreas revegetadas não são tão diferentes das áreas nativas do ponto de vista funcional, pois possuem números aproximados de grupos funcionais. Segundo Shugart e Tilman (1997), espécies pertencentes a um mesmo grupo funcional possuem respostas similares a certo conjunto de condições ambientais. No entanto, não podemos desprezar

que há grande diferença no número de espécies de cada área presentes em cada um dos grupos funcionais, ou seja, nas áreas revegetadas há grupos funcionais com a participação de apenas uma ou duas espécies. Isto revela grande vulnerabilidade da riqueza de grupos funcionais e também a instabilidade das comunidades das áreas mineradas na prestação dos serviços ecossistêmicos relacionados a determinado grupo funcional, uma vez que, qualquer perturbação ambiental que retire estas espécies do sistema, pode resultar na redução imediata dos grupos funcionais, e conseqüentemente, das interações ecológicas na comunidade (FONSECA & GANADE, 2001). Com isso, talvez mais do que o número de grupos funcionais, seja importante considerar a redundância funcional, ou seja, o número de espécies presentes nos grupos funcionais (FONSECA & GANADE, 2001). Assim, maior redundância de espécies em cada grupo funcional poderá assegurar a diversidade funcional do ecossistema frente às perturbações e perdas de espécies, de modo que, a perda de uma espécie não resulte na redução das funções ecológicas de uma comunidade (FONSECA & GANADE, 2001; JONER *et al.*, 2007).

A análise de diversidade funcional (FRic) revelou valores muito elevados para as áreas de Cerrado, enquanto que as áreas revegetadas tiveram índices notoriamente baixos (Tabela 2). Segundo Brancalion *et al.* (2010), uma comunidade pobre em espécies e, conseqüentemente com baixa diversidade funcional, possui menor capacidade de reter biodiversidade e prestar uma gama maior de serviços ambientais. Portanto, corroborando com estes autores, podemos dizer que as áreas revegetadas encontram-se aquém de uma comunidade funcionalmente diversa capaz de manter o bom funcionamento do ecossistema e conservar a biodiversidade de maneira satisfatória.

Quanto ao FRic, Mouchet (2010) analisou a correlação de índices funcionais com a riqueza de espécies de trinta mil comunidades e verificou que o FRic foi um dos índices que apresentou menor correlação com a riqueza de espécies e representou com maior precisão a mudança na dimensionalidade do espaço funcional causada pela estrutura da comunidade. As áreas do presente estudo apresentaram alta correlação entre riqueza funcional e florística ($r = 0,98$), contudo, essa correlação pode ter ocorrido pelo fato de ter sido analisado um reduzido número de comunidades (quatro áreas). No entanto, esse fato não confere necessariamente um problema, pois, conforme Brancalion *et al.* (2010), comunidades pobres em espécies, sejam elas naturais ou restauradas, apresentam baixa diversidade funcional. Apesar de se mostrarem aparentemente idéias contrárias, podemos

unir os conceitos de Mouchet (2010) e Brancalion *et al.* (2010) e sugerir que uma alta riqueza de espécies pode resultar numa alta diversidade funcional, mas uma alta diversidade funcional não provém, necessariamente de uma alta riqueza de espécies.

Tabela 2. Índice de Riqueza funcional (FRic) para as espécies arbustivo-arbóreas amostradas em áreas revegetadas com aplicação de lodo de esgoto (L) e áreas de vegetação nativa do Cerrado sentido restrito (C), no Distrito Federal. J294 corresponde a Jazida 294 localizada na região administrativa do Gama e QI29 corresponde a quadra interna 29 do Lago Sul.

Amostras	S	FRic
J294C	70	937,98
QI29C	83	932,71
J294L	17	1,42
QI29L	15	2,79

As diferenças não se restringem apenas às comparações entre áreas nativas e revegetadas com lodo de esgoto. Houve baixa similaridade também entre as áreas revegetadas e a área QI29L se mostrou mais similar a área nativa adjacente (QI29C). Em relação à J294L, a QI29L apresentou menor ocorrência de espécies exóticas, maior índice de riqueza funcional (FRic) (Tabela 2), maior número de grupos funcionais (Tabela 1) e maior similaridade com a área nativa correspondente (7%). Alguns fatores podem estar influenciando essas diferenças entre as áreas revegetadas, como por exemplo, o tempo de sucessão, que na QI29L é de 20 anos e na J294L é de 15 anos, em decorrência do ano de aplicação do lodo (diferença de cinco anos). Em campo, observamos que a QI29L se localiza ao lado de um fragmento de Cerrado sentido restrito com maior extensão e melhor estado de conservação, enquanto que na J294L, o fragmento de Cerrado imediatamente ao lado possui tamanho 2,5 vezes menor e é rodeado por áreas de pastejo. A proximidade de áreas mais conservadas também pode influenciar na diversidade de fauna e propágulos que eventualmente chegam destes fragmentos naturais (DINIZ-FILHO *et al.*, 2009).

5. CONCLUSÃO

As áreas estudadas revegetadas com lodo de esgoto são diferentes das áreas nativas em termos de composição de espécies, visto que o índice de similaridade de Jaccard apresentou valores menores que 7% de semelhança entre elas. A riqueza de espécies nessas áreas também foi menor em relação as áreas nativas, sendo que os números de espécies encontradas nas áreas revegetadas foram em média cinco vezes menores que o encontrado nas áreas de vegetação nativa.

Tanto a diversidade de grupos funcionais quanto a diversidade funcional expressa pelo índice FRic (riqueza funcional) foram menores nas áreas revegetadas, mostrando estas áreas exercem funções ecológicas distintas das áreas nativas. A riqueza de grupos funcionais e o índice de riqueza funcional (FRic) representaram a diversidade funcional de maneiras distintas entre as áreas revegetadas e nativas. Enquanto o FRic apresentou uma grande amplitude entre os valores, o número de grupos funcionais foi aproximado. No entanto, devido a baixa riqueza de espécies nas áreas revegetadas, cada grupo funcional dessas áreas apresentou um número muito pequeno de espécies.

A incorporação de lodo de esgoto na camada superficial dos substratos minerados contribuiu para a formação da camada arbustivo-arbórea existente nas áreas revegetadas. Contudo, esta intervenção por si só não foi suficiente para o restabelecimento de uma riqueza florística e funcional adequada para os padrões mensurados em Cerrado sentido restrito, indicando que possivelmente a sucessão ecológica nessas áreas está seguindo trajetória distinta em relação ao ecossistema de referência.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para maior conhecimento do processo da sucessão ecológica em áreas mineradas, recomendam-se investigações que levem em consideração a abundância das espécies e os efeitos de diferentes doses de lodo de esgoto no recrutamento de plantas, analisando não só a camada lenhosa, mas também a vegetação herbáceo-subarbustiva.

Tendo em vista o lento processo de sucessão em áreas mineradas, uma intervenção humana mais intensa e continuada se faz necessária. Mesmo que se utilize o lodo de esgoto, a aplicação deste resíduo deve ser combinada outras práticas, visando impulsionar o retorno dessas áreas a uma condição de equilíbrio e eficiência funcional. Um aspecto importante a ser considerado é a redundância funcional, visto que não basta apenas uma quantidade equivalente de grupos funcionais entre as áreas, mas sim que se tenha também um elevado número de espécies em cada grupo, de modo que a diversidade funcional da comunidade seja resguardada mesmo diante de distúrbios que retirem uma ou mais espécies do sistema.

Ainda que seja praticamente impossível restituir um ecossistema às características exatas anteriores à perturbação, é necessário que os esforços na recuperação de áreas degradadas no Cerrado estejam voltados para que ao menos a diversidade funcional seja restabelecida de maneira mais próxima possível da originalidade, de modo a devolver a

esses ambientes a capacidade de prestar os serviços ecossistêmicos inerentes ao bioma. Assim, de fato, se estará praticando a restauração ecológica, a qual possibilita que o ecossistema degradado se torne o mais próximo possível do original e, com isso, se estará contribuindo efetivamente para a conservação do bioma Cerrado.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, L. F. R. M. Fenologia, sistema de reprodução, ecologia da polinização e dispersão de *Senna alata* (Caesalpinioideae, Leguminosae). Dissertação de mestrado. UNICAMP, Campinas - SP. 1992.
- ALAMINO, R. C. J. A utilização de lodo de esgoto como alternativa sustentável na recuperação de solos degradados: Variabilidade, avaliação e biodisponibilidade de metais. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 221 p. 2010.
- ALBUQUERQUE, L. B.; VELÁZQUEZ, A.; MAYORGA-SAUCEDO, R. Solanaceae composition, pollination and seed dispersal syndromes in Mexican Mountain Cloud Forest. *Rev. Acta. bot. Bras.* 20(4). p. 599-614. 2006.
- ALLENSPACH, N.; DIAS, M. M. Frugivory by birds on *Miconia albicans* (MELASTOMATACEAE), in a fragment of cerrado in São Carlos, southeastern Brazil. *Braz. J. Biol.*, São Carlos, v. 72, n. 2, p. 407-413, 2012.
- ALMEIDA, D. S. Recuperação Ambiental da Mata Atlântica. Ilhéus: Editus. 130 p. 2000.
- ANDERSON, W. R. The origin of the Malpighiaceae - The Evidence from Morphology. *Memoirs of the New York Botanic Garden.* v. 64. p. 210-224. 1990.
- AQUINO, C.; BARBOSA, L. M.. Classes sucessionais e síndromes de dispersão de espécie arbóreas e arbustivas existentes em vegetação ciliar remanescente (Conchal, SP), como subsídio para avaliar o potencial do fragmento como fonte de propágulos para enriquecimento de áreas revegetadas no Rio Mogi-Guaçu, SP. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 33, p. 349-358, 2009.
- ARAÚJO, T. T.; ALMEIDA, V. C.; RIBEIRO, J. H. C.; CARVALHO, F. A. Fitossociologia e grupos ecológicos da regeneração arbórea de floresta secundária urbana às margens de um reservatório hídrico (Juiz de Fora, MG, Brasil). *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 16, p. 113, 2015.
- BARBOSA, A. A. A. *Hortia brasiliana* Vand. (Rutaceae): polinização por aves Passeriformes no cerrado do sudeste brasileiro. *Rev. bras. Bot.* v.22 n.1 São Paulo. 1999.
- BARBOSA, G. M. de C.; TAVARES FILHO, J. Uso agrícola do lodo de esgoto: influência nas propriedades químicas e físicas do solo, produtividade e recuperação de áreas degradadas. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 27, n. 4, p. 565-580. 2006.
- BARRETO, C. F.; FREITAS, A. S.; VILELA, C. G.; BAPTISTA-NETO, J. A.; BARTH, O. M. Grãos de pólen de sedimentos superficiais da Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ.* v.36(1). p.32-54. 2013.
- BATISTA, L. F. Lodos gerados nas estações de tratamento de esgotos no Distrito Federal: um estudo de sua aptidão para o condicionamento, utilização e disposição final.

Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília – DF. Publicação PTARH.DM-168/2015. 197 p. 2015.

- BATISTA, M. dos A.; SOARES, A. E. E. Distribuição e dinâmica espacial de abelhas sociais Meliponini em um remanescente de Mata Atlântica (Salvador, Bahia, Brasil). [s.n.], Ribeirão Preto, 2003.
- BELTRÃO, N. E. M. Crescimento e desenvolvimento da Mamoneira (*Ricinus communis* L.). Comunicado Técnico 146. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Campina Grande -PB. 2002.
- BETTIOL, W. & CAMARGO, O. A. A disposição de lodo de esgoto em solo agrícola. In: BETTIOL, W. & CAMARGO, O. A. Impacto Ambiental do Uso do Lodo de Esgoto. São Paulo, Empresa de Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cap. 2. p.109-141. 2000.
- BEZERRA, B. F.; OLIVEIRA, M. A. C. L.; PEREZ, D. V.; ANDRADE, A. G.; MENEGUELI, N. A. Lodo de esgoto em revegetação de área degradada. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.41, n.3, p.469-476. 2006.
- BONINI, C. S. B.; ALVES, M. C.; MONTANARI, R. Lodo de esgoto e adubação mineral na recuperação de atributos químicos de solo degradado. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.v.19, n.4, p.388–393. 2015.
- BORGES T. A.; SILVA C. B.; BALDUÍNO A. P. C.; SOARES J. A.; PEREIRA C. E. B. Uso de biossólido na recuperação de área degradada no Distrito Federal. Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales. v. 2(1). p. 66-75. 2009. Disponível em <<http://revistas.unam.mx/index.php/aidis/article/view/13106/12444>> Acesso em 30 nov 2017.
- BORGES, H. B. N. Biologia reprodutiva e conservação do estrato lenhoso numa comunidade do Cerrado. Tese de Doutorado, UNICAMP. Campinas, São Paulo. 143 p. 2000.
- BOSA, D. M.; PACHECO, D.; PASETTO, M. R.; SANTOS, R.. Florística e estrutura do componente arbóreo de uma Floresta Ombrófila Densa Montana em Santa Catarina, Brasil. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.39, n.1, p.49-58, 2015. <<http://dx.doi.org/10.1590/0100-67622015000100005>>
- BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; KAGEYAMA, P. Y.; NAVE, A. G.; GANDARA, F. B.; BARBOSA, L. M.; TABARELLI, M. Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. Revista Árvore, Viçosa – MG. v. 34(3). p. 455-470. 2010.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Biodiversidade brasileira: avaliação e identificação de áreas prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira. Brasília, DF: MMA/SBF, 2002. 404 p.

- BREDT, A.; UIEDA, W.; PEDRO, W.A. Plantas e Morcegos na recuperação de áreas degradadas e na paisagem urbana. Rede de Sementes do Cerrado, Brasília-DF. 2012.
- BUDOWSKI, G. N. Distribution of tropical American rain forest species in the light of succession processes. *Turrialba*, 15 (1) 40-2, 1965.
- CAMPOS, E. P. Fenologia e chuva de sementes em Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Tese de Doutorado. Viçosa, MG. 2007.
- CAMPOS, F. S. Uso de lodo de esgoto na reestruturação de um latossolo vermelho degradado. Dissertação de Mestrado. São Paulo: UNESP. 106 p. 2006.
- CARDOSO, M. R. D.; MARUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação Climática de Köppen-Geiger para o estado de Goiás e o Distrito Federal. *ACTA Geográfica*, Boa Vista. v.8, n.16. p.40-55. 2014.
- CARPANEZZI, A. A.; MARQUES, L. C. T.; KANASHIRO, M.. Aspectos ecológicos e silviculturais de taxi-branco-da-terra-firme (*Sclerolobium paniculatum* Vogel). Curitiba: Embrapa/URPFCS, (Circular Técnica, 8). 1983.
- CARVALHO, P. E. R.. Espécies Arbóreas Brasileiras. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. v. 1. 1039p. 2003.
- CAVALHEIRO A. L.; TOREZAN J. M. D.; FADELI L. Recuperação de áreas degradadas: procurando por diversidade e funcionamento dos ecossistemas. In: MEDRI M. E.; BIANCHINI E.; SHIBATTA A. O.; PIMENTA J. A. A bacia do rio Tibagi. Londrina, p. 213-224. 2002.
- CIANCIARUSO, M. V. Diversidade Funcional: como incluir a variação intra-específica e o efeito do fogo em comunidades vegetais do Cerrado. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo. 129 p. 2009.
- CIANCIARUSO, M. V.; SILVA, I. A.; BATALHA, M. A. Diversidades filogenética e funcional : novas abordagens para a Ecologia de comunidades Introdução Medidas Tradicionais de Diversidade. *Biota Neotropica*, v. 9, n. 3, p. 93–103, 2009.
- COELHO, R. F. R.; MIRANDA, I. S.; MITJA, D. Caracterização do processo sucessional no Projeto de Assentamento Benfica, sudeste do estado do Pará, Amazônia oriental. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*. v.7(3). p. 251-282. 2012.
- COLODRO, G. Recuperação de solo de área de empréstimo com lodo de esgoto. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. 2005.
- COLODRO, G.; ESPÍNDOLA, C. R.; CASSIOLATO, A. M. R.; ALVES, M. C. Atividade microbiana em um Latossolo degradado tratado com lodo de esgoto. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.11, n.2, p.195-198. 2007.

- CORRÊA, R. S. Recuperação de áreas degradadas pela mineração no cerrado: manual para revegetação. Brasília, DF: Universa. 186 p. 2007.
- CORRÊA, R. S.; BASTOS, E. K. Quantificação da regeneração de uma área de Cerrado com diferentes profundidades de corte do solo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSSISTEMAS FLORESTAIS - FOREST 96, 4., 1996, Belo Horizonte. Belo Horizonte: [s.n.]. p. 153-154. 1996.
- CORRÊA, R. S.; BENTO, M. A. B. Qualidade do substrato minerado de uma área de empréstimo revegetada no distrito federal. Viçosa, Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 34, núm. pp. 1435-1444. 2005.
- CORRÊA, R. S.; MELO FILHO, B. Levantamento florístico do estrato lenhoso das áreas mineradas do Distrito Federal. R. Árvore, Viçosa-MG, v.31(6), p.1099-1108. 2007.
- CORRÊA, R. S.; MELO FILHO, B.; BATISTA, G. M. M. Avaliação fitossociológica da sucessão autogênica em áreas mineradas no Distrito Federal. Cerne, Lavras, v. 13, n. 4, p. 406- 415. 2007.
- CORRÊA, R. S.; MELO FILHO, B.; BERNARDES, R. Deposição de esgoto doméstico para controle de poluição e revegetação induzida em área degradada. Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 4, n. 2, p. 252-256, 2000.
- CORRÊA, R. S.; SILVA, G. M.; BAPTISTA G. M. M.; SANTOS, P. F. dos. Fertilidade química de um substrato tratado com lodo de esgoto e composto de resíduos domésticos. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14(5). p. 538–544, 2010.
- CORRÊA, R.S. Recuperação de áreas degradadas pela mineração no Cerrado: Manual para revegetação. 2 ed. rev, ampl. e atual. Editora Universa. Brasília. 174 p. 2009.
- CORRÊA, R.S.; BIAS, E.S. & BAPTISTA, G.M.M. Áreas degradadas pela mineração no Distrito Federal. In: CORRÊA, R.S. & BAPTISTA, G.M.M., orgs. Mineração e áreas degradadas no Cerrado. Brasília, Universa, p.9-21. 2004.
- DARONCO, C. Atributos funcionais de espécies arbóreas e a facilitação da regeneração natural em plantios de Mata Ciliar. Dissertação de Mestrado. UNESP, Botucatu, São Paulo. 68p. 2013.
- DE MARIA, I. C. KOCSSI, M. A. DECHEN, S. C. F. Agregação do solo em área que recebeu lodo de esgoto. Bragantia, 66:291-298, 2007.
- DEUS, F. F. Sucessão, composição florística e biologia da polinização de uma comunidade vegetal do Cerrado, Uberlândia, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado. 78p. 2014.
- DÍAZ, S.; CABIDO, M. Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. Trends in Ecology & Evolution, v. 16, n. 11, p. 646–655, 2001. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169534701022832>>. Acesso em: 23 out 2017.

- DINIZ-FILHO, *et al.* Macroecologia, biogeografia e áreas prioritárias para conservação no Cerrado. *Oecologia brasiliensis*. v. 13(3). p. 470-497. 2009.
- DONIZETTI SANTOS, J. G.; SIQUEIRA, J. O.; SOUZA MOREIRA, F. M. de. Eficiência de fungos micorrízicos arbusculares isolados de solos de áreas de mineração de bauxita no crescimento inicial de espécies nativas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. v. 32(1). p. 141-150. 2008.
- DURÃES, M. C. O.; SALES, N. L.; NETO, S. D.; FIGUEIREDO, M. A. P.. Levantamento florístico do estrato arbóreo de três fragmentos de floresta ciliar como subsídio à recomposição da vegetação do Rio Cedro, Montes Claros - MG. *Ciência Florestal*, Santa Maria-RS, v. 24, p. 47-58, 2014. <http://dx.doi.org/10.5902/198050987550>.
- DURIGAN, G. Bases e diretrizes para a restauração da vegetação de Cerrado. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. *Restauração ecológica de ecossistemas naturais*. Cap. 8. FEPAF: Botucatu. p. 190. 2003.
- DURIGAN, G. Manual para recuperação da vegetação de Cerrado. São Paulo: SMA. 3 ed. 23p. 2011.
- DURIGAN, G. Técnicas silviculturais à restauração. In: *Simpósio sobre Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais*, 1, 1999, Piracicaba. Anais... Piracicaba: IPEF, CD-Rom. 1999.
- EMBRAPA. Atributos Físicos e Químicos de Área Degradada tratada com Lodo de Esgoto. Circular Técnica 21. Jaguariúna, São Paulo. 2011.
- EMBRAPA. Evolução Geomorfológica do Distrito Federal. Embrapa Cerrados. Documentos ISSN 1517-5111. n.122. 57 p. 2004.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro. 306 p. 2006.
- ENGEL, V. L. PARROTTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: Tendências e perspectivas mundiais. Pp 2-22. In: Kageyama, *et al.* *Restauração ecológica de ecossistemas naturais*. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas Florestais. 340 p. 2003.
- ERNST, R.; LINSÉNMAIR, K. E.; RODEL, M. O. Diversity erosion beyond the species level: Dramatic loss of functional diversity after selective logging in two tropical amphibian communities. *Biological Conservation*. v. 133. p. 143-155. 2006.
- FAEGRI, K.; VAN DER PIJL, L. *The principles of pollination ecology*. New York: Pergamon Press, 244p. 1979.

- FAGG, C. W. MUNHOZ, C. B. R. SOUSA-SILVA, J. C. Conservação de Áreas de Preservação permanente do Cerrado: Caracterização, Educação Ambiental e Manejo. Brasília: CRAD. 324 p. 2011.
- FELFILI J. M.; HARIDASAN, M.; JUNIOR, M. C. da; REZENDE, A. V. Projeto biogeografia do bioma Cerrado: vegetação e solos. Cadernos de Geociências. Brasília: IBGE. v.12. 166p. 1994
- FELFILI, J. M.; FAGG, C. W.; SILVA, J. C. S.; OLIVEIRA, E. C. L.; PINTO, J. R. R.; SILVA JÚNIOR, M. C.; RAMOS, K. M. O. Plantas da APA Gama e Cabeça de Veado: espécies, ecossistemas e recuperação. Brasília: Universidade de Brasília, 52p. 2002.
- FELFILI, J. M. Crescimento, recrutamento e mortalidade nas matas de galeria do Planalto Central. In: CAVALCANTI, T.B., WALTER, B.M.T. (Org.). Tópicos Atuais em Botânica: Palestras Convidadas do 51º Congresso Nacional de Botânica. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia / Sociedade Botânica do Brasil, p. 152-158. 2000.
- FELFILI, M. C.; FELFILI, J. M. Diversidade Alfa e Beta no cerrado *sensu stricto* da Chapada Pratinha, Brasil. Acta bot. bras. v.15(2). p. 243-254. 2001.
- FERREIRA-JÚNIOR, E. V.; SOARES, T. S.; COSTA, M. F. F.; SILVA, S. M. e. Composição, diversidade e similaridade florística de uma floresta tropical semidecídua submontana em Marcelândia – MT. v. 38(4). p. 673 – 680. 2008.
- FLORASBS. Flora de São Bento do Sul - SC. 2017. Disponível em <<https://sites.google.com/site/florasbs/arecaceae/jeriva>> Acesso em 13 nov de 2017.
- FLORENTINO, L. A.; MOREIRA, F. M. S. Características simbióticas e fenotípicas de *Azorhizobium doebereinae*, Microsimbiote de *Sesbania virgata*. R. árvore, Viçosa - MG. v.33(2). p.215-226. 2009.
- FONSECA, C.R. & G. GANADE. Functional redundancy, random extinctions and the stability of ecosystems. Journal of Ecology 89: 118-125. 2001.
- FORZZA, R. C. Lista de Espécies da Flora do Brasil. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br>>. Acesso em 25 Nov. 2017.
- FREITAS, G. K. Invasão biológica pelo capim-gordura (*Melinis minutiflora* Beauv) em um fragmento de cerrado (A.R.I.E Cerrado Pé-de-Gigante, Santa Rita do Passa Quatro,SP). Dissertação de Mestrado - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo. 152p. 1999.
- GAGLIOTI, A. L. Urticaceae Juss. No Estado de São Paulo, Brasil. Dissertação de Mestrado. São Paulo, SP. 195p. 2010.

- GANDOLFI, S.; LEITÃO FILHO, H. F.; BEZERRA, C. L. F. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta mesófila semidecídua no município de Guarulhos, SP. *Rev. Brasil. Biol.* v.55(4). p. 757-767. 1995.
- GOEDERT, W.J. & CORRÊA, R.S. Uso, degradação e qualidade do solo. In: CORRÊA, R.S. & BAPTISTA, G.M.M. (orgs). Brasília. Mineração e áreas degradadas no cerrado. Editora Universa, il. Brasília, p.159-172. 2004.
- GRESSLER, E.; PIZO, M. A.; MORELLATO, P. C. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. *Rev. Brasil. Bot.* v.29(4). p.509-530. 2006
- GRISI, B. M. Glossário de Ecologia e Ciências Ambientais. 3ª edição revisada e ampliada. Joao Pessoa – PB. 275 p. 2007.
- HARIDASAN, M. Nutrição mineral de plantas nativas do Cerrado. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v. 12, n. 1, p. 54-64, 2000.
- HARIDASAN, M. Solos do Distrito Federal. In: Cerrado: Caracterização, Ocupação e Perspectivas. Maria Novaes Pinto (org.). Brasília. Ed. Universidade de Brasília. 2ª edição, il., revisada e ampliada. Brasília, p.321-344. 1994.
- HOFFMANN, W. A. Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. *Journal of Applied Ecology*, Oxford, v. 35, n. 2, p. 422-433, 1998.
- HOMEM, M. N. G. Padrões fenológicos em ecossistemas em processo de restauração e em fragmento florestal vizinho. Dissertação de Mestrado. UNESP, Botucatu-SP. 113p. 2011.
- HOROWITZ, C.; MARTINS C. R.; MACHADO, T. Espécies exóticas arbóreas, arbustivas e herbáceas de uso especial e de uso intensivo do Parque Nacional de Brasília: Diagnósticos e Manejo. Ministério do Meio Ambiente. 58p. 2007.
- IBAMA, Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de vegetação. Brasília, 96p. 1990.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Dados climatológicos do Distrito Federal. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 02 de julho de 2017.
- ICMBIO. Biodiversidade do Cerrado. Disponível em <<http://www.icmbio.gov.br/cbc/conservacao-da-biodiversidade/biodiversidade.html>> Acesso em 03 ago de 2017.
- IPEF. Instituto de Pesquisas Florestais. 2017. Disponível em <<http://www.ipef.br/identificacao/nativas/detalhes.asp?codigo=37>> Acesso em 15 nov 2017.

- IRGANG, G. V. Reserva Biológica nascentes da Serra do Cachimbo: Caracterização física e biótica: levantamentos integrais na Reserva Biológica Nascente da Serra do Cachimbo (PA). IBAMA. 280p. 2006.
- ISHARA, K. L.; MAIMONI-RODELLA, R. C. S. Pollination and Dispersal Systems in a Cerrado Remnant (Brazilian Savanna) in Southeastern Brazil. *Braz. Arch. Biol. Technol.* v.54(3). p. 629-642. 2011.
- JANZEN, D.H. Seedling patterns of tropical trees. In: TOMLINSON, P.B.; ZIMMERMAN, M.H. (Eds.). *Tropical trees as living systems*. Cambridge: Cambridge University Press. p.88-128. 1976.
- JONER, F.; BLANCO, C. C.; SOSINSKI JR., E. E.; MÜLLER, S. C.; PILLAR, V. D. Riqueza, Redundância Funcional e Resistência de Comunidades Campestres sob pastejo. *Rev. Bras. De Biociências*, Porto Alegre. v.5(1). p. 528-530. 2007.
- KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO, FILHO, H. F. (Ed.). *Matas Ciliares (conservação e recuperação)*, Edusp, p. 249-269, 2004.1
- KANEGAE, M. F.; BRAZ, S. V.; FRANCO, A. C. Efeitos da seca sazonal e disponibilidade de luz na sobrevivência e crescimento de *Bowdichia virgilioides* em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil. *Revista brasileira de Botânica*, São Paulo. v. 23(4). p.459-468. 2000.
- KINOSHITA, L. S.; TORRES, R. B.; FORNIMARTINS, E. R.; SPINELLI, T.; AHN, YU JIE; CONSTÂNCIO, S. S.. Composição florística e síndromes de polinização e dispersão da mata do Sítio São Francisco, Campinas, SP. *Acta Botanica Brasilica*, São Paulo, v. 20, n.2, p. 313-327. 2006.
- KITAMURA, A. E.; ALVES, M. C.; SUZUKI, L. G. A. S.; GONZALEZ, A. P. Recuperação de um solo degradado com a aplicação de adubos verdes e lodo de esgoto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.405-416, 2008.
- KLINK, C. A. ; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade*. v 1. nº 1. p 147-155. 2005.
- LAMAS, I. R.; GUIMARÃES, E.; PINTO, L. P. D; HIROTA, M. M. Fundo de parceria para ecossistemas críticos – CEPF: na Mata Atlântica. Belo Horizonte: Conservação Internacional. São Paulo: SOS Mata Atlântica. 64 p. 2007.
- LEAL, I. R.; OLIVEIRA, P. S. Interactions between fungus growing ants (Attini), fruits and seeds in Cerrado vegetations in southeast Brazil. *Biotropica*. v.30. p. 170-178. 1998.
- LEITE, E. C.; CAVALCANTI, D. C.; COVRE, T. B.; OMETTO, R. G.; PAGANI, M. I.. Fitossociologia e caracterização sucessional de um fragmento de Mata Ciliar em Rio Claro/SP, como subsídio a recuperação da área. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v. 16, n.1, p. 31-41, 2004.

- LEMOS, H. L. Padrões fitogeográficos da vegetação arbutivo-arbórea em áreas de Cerrado Típico e Cerrado Rupestre no estado de Tocantins. Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília - DF. 91 p. 2017.
- LENZA, E.; KLINK, C. A. Comportamento fenológico de espécies lenhosas em um cerrado sentido restrito de Brasília, DF. *Revista Brasil. Bot.* v.29(4). p.627-638. 2006.
- LIMA, A. S. Caracterização florística e estrutural e avaliação da chuva de sementes em área de cerrado sentido restrito em Brasília, DF: Subsídios para conservação e recuperação. Tese de Doutorado em Botânica, Universidade de Brasília. 99 p. 2015.
- LIMA, D. C. R.; LIMA, C. F.; COSTA, F. O.; SILVA, A. L. G. Biologia reprodutiva de *Adenocalymma pedunculatum* (Vell.) L. G. Lohmann (Bignoniaceae). *Pesquisas Botânica.* nº65. p.273-291. 2014.
- LONGHI, S. J.; BRUN, E. J.; OLIVEIRA, D. M.; FIALHO, L. E. B. WOJCIECHOWSKI, J. C.; VACCARO, S. Banco de sementes do solo em três fases sucessionais de uma florestal estacional decidual em Santa Tereza, RS. *Ciência Florestal, Santa Maria.* v.15(4). p.359-370. 2005.
- LOPES, S. F.; VALE, V. S. PRADO JÚNIOR, J. A.; SCHIAVINI, I. Impacts of artificial reservoirs on floristic diversity and plant functional traits in dry forest after 15 years. *Braz. J. Biol.* v.75(3). p.548-557. 2015.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum. v. 2. 352 p. 1998.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum. v. 1, 4. ed. 368 p. 2002.
- MACHADO, A. O.; OLIVEIRA, P. E. Diversidade beta de plantas que oferecem néctar como recurso aos beija-flores em cerrados do Brasil Central. *Rodriguésia.* v.66(1). p.001-019. 2015.
- MACHADO, R. B.; RAMOS NETO, M. B.; PEREIRA, P. G. P.; CALDAS, E. F. D.; GONÇALVES, D. A.; SANTOS, N. S.; TABOR, K.; STEININGER, M. Estimativas de perda da área do Cerrado brasileiro. Brasília: Conservation Internacional do Brasil, 23 p. 2004.
- MACIEL, M. N. M.; WATZLAWICK, L. F.; SCHOENINGER, E. R. YAMAJI, F. M. Classificação ecológica das espécies. *Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais, Curitiba.* v.1, n.2. p. 69-78. 2003.
- MADEIRA, B. G.; ESPÍRITO-SANTO, M. M.; D'ÂNGELO NETO, S.; NUNES, Y. R. F.; AZOFEIFA, G. A. S.; FERNANDES, G. W.; QUESADA, M. Changes in tree and liana communities along a successional gradient in a tropical dry forest in south-eastern Brasil. *Plant. Ecol.* v. 201. p.291-304. 2009.

- MANTOVANI, W.; MARTINS, F. R. Florística do Cerrado na Reserva Biológica de Moji Guaçu-SP. *Acta bot. Bras.* v.7(1). 1993.
- MARANGON, L. C.; SOARES, J. J.; FELICIANO, A. L. P.; BRANDÃO, C. F. L. S. Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo de um fragmento de floresta estacional semidecidual, no município de Viçosa, Minas Gerais. *Cerne*, Lavras-MG, v. 13, n. 2, p. 208-221, 2007.
- MARMONTEL, C. V. F.; RODRIGUES, V. A.; MARTINS E MARTINS, T.; STARZYNSKI, R.; CARVALHO, J. L. Caracterização da vegetação secundária do bioma Mata Atlântica com base em sua posição na paisagem. *Biosci. Journal*. Uberlândia. v. 29 (6). p. 2014-2052. 2013.
- MARQUETE, R. O gênero *Casearia* Jacq. no estado do Rio de Janeiro (Brasil) - Flacourtiaceae. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro. 2005.
- MARTINEZ-RAMOS, M. Claros, ciclos vitales de los arboles tropicales y regeneracion natural de las selvas altas perennifolias. In: GOMEZPOMPA, A.; AMO, S.R. (Ed.). *Investigaciones sobre la regeneracion de selvas altas en Vera Cruz, México*. México: Editorial Alhambra Mexicana. v. 1, p. 191-239. 1985.
- MARTINS, A. C. F. Diversidade Funcional de espécies nativas utilizadas em programa de restauração florestal. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Uberlândia – MG. 71 p. 2013.
- MARTINS, F. Q. Sistemas de polinização em fragmentos de Cerrado na região do Alto Taquari (Go, MS, MT). Dissertação de Mestrado. UFSCar, São Carlos, SP. 91p. 2005.
- MARTINS, F. Q.; BATALHA, M. A. Pollination systems and floral traits in Cerrado woody species of the upper Taquari region (Central Brazil). *Braz. J. Biol.*, São Carlos, v. 66, n. 2A, p. 543-552, 2006.
- MARTINS, V. M. NETO, A. M. RIBEIRO, T. M. Uma abordagem sobre diversidade e técnicas de restauração ecológica. Pp 17-40. In: MARTINS *et al.* *Restauração Ecológica de Ecossistemas degradados*. Viçosa. Ed. UFV. 239 p. 2012.
- MASSI, K. G. Asas, plumas e paetês: como é a frutificação das espécies anemocóricas de uma área de Cerrado, de acordo com o tipo de diásporo?. *Neotropical Biology and Conservation*. v.11(2). p.86-93. 2016.
- MELO, V. G. Uso de espécies nativas do Bioma Cerrado na recuperação de área degradada de Cerrado sentido restrito, utilizando Lodo de Esgoto e adubação química. Dissertação de Mestrado. Brasília. 97 p. 2006.
- MIGUEL, E. P.; REZENDE, A. V.; LEAL, F. A.; PEREIRA, R. S.; MELO, R. R. Floristic-structural characterization and sucessional group of tree species in the Cerrado biome of Tocantins state, Brazil. *rev. Caatinga*. v. 29, n. 2, p. 393 - 404. 2016.

- MILHOMEM, M. E. V.; VALE, V. S.; ARAUJO, G. M.. Estrutura fitossociológica do estrato arbóreo e regenerativo de um trecho de fragmento de floresta estacional semidecidual em Itumbiara, GO. *Ciência Florestal*, Santa Maria-RS, v. 23, p. 679-690, 2013.
- MIRANDA, M. A. F. M. Atividades biológicas de duas espécies de *Myrsine* L. (Primulaceae) e de *Tithonia diversiflora* (Hemsl.) A. Gray (Asteraceae). Tese de Doutorado, UFSCar, São Paulo. 115 p. 2015.
- MITRA-NATURE. Biodiversidade da Herdade da Mitra. Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas-Ecosystem Functioning and Conservation Group, Universidade de Évora. 2014. Disponível em: <www.mitra-nature.uevora.pt> Acesso em 13 nov 2017.
- MITTERMEIER, R. A.; GIL, P. R.; HOFFMAN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C. G.; LAMOEUX, J.; FONSECA, G. A. B. Hotspots Revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Conservation International: The University of Chicago Press. 392p. 2005.
- MMA, Ministério do Meio Ambiente. 2017. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>> Acesso em 09 de agosto de 2017.
- MMA, Ministério do Meio Ambiente. Programa Nacional de conservação e uso sustentável do Bioma Cerrado: Programa Cerrado sustentável. 56 p. 2006. Disponível em <http://www.mma.gov.br/estruturas/201/_arquivos/programa_cerrado_sustentvel_201.pdf> Acesso em: 30 de junho de 2017.
- MMA, Ministério do Meio Ambiente. Relatório técnico: Monitoramento do Bioma Cerrado do Período 2010-2011. Brasília. 16p. 2015.
- MMA, Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAM nº 3, de 22 de julho de 2014. Disponível em <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=273620>> Acesso em 01 dez 2017.
- MMA, Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 375, de 29 de agosto de 2006. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res37506.pdf>> Acesso em 01 dez 2017.
- MORAES, A. C. S. Fenologia, síndromes de polinização e dispersão e potencial hídrico de espécies lenhosas de Cerrado, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Dissertação de Mestrado. UEFS, Feira de Santana, Bahia. 2011.
- MOREIRA, M. A. Modelos de plantio de florestas mistas para recomposição de mata ciliar. (Dissertação de Mestrado). Lavras: UFLA. 99 p. 2002.

- MOREIRA, P. R. Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas a recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, Poços de Caldas, MG. Tese de Doutorado, UNESP, Rio Claro. 139p. 2004.
- MOTA, S. L. L. Vegetação arbustivo-arbórea em áreas de Cerrado Rupestre na Cadeia do Espinhaço. Tese de Doutorado em Ciências Florestais, Universidade de Brasília. 74 p. 2016.
- MOUCHET, M. A.; VILLÉGER, S.; MASON, N. W. H.; MOUILLOT, D. Functional diversity measures: an overview of their redundancy and their ability to discriminate community assembly rules. *Functional Ecology*, v. 24, n. 4, p. 867–876, 2010.
- MOUCHET, M. A.; VILLÉGER, S.; MASON, N. W. H.; MOUILLOT, D. Functional diversity measures: an overview of their redundancy and their ability to discriminate community assembly rules. *Functional Ecology*, v. 24, n. 4, p. 867–876, 2010.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, H. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley and Sons, New York. 1974.
- NASCIMENTO, J. S. Estudos Multidisciplinares em arranjos agroflorestais biodiversos na região sudoeste de Mato Grosso do Sul. Dissertação de Mestrado. UFGD, Dourados, MS. 2016.
- NETO, A. S. Regeneração natural de espécies arbóreas nativas em sub-bosque de povoamento de *Eucalyptus saligna* Smith. Trabalho de Conclusão de Curso. UNESC, Criciúma, SC. 2014.
- NOGUCHI, D. K.; NUNES, G. P.; SARTORI, A. L. B. Florística e síndromes de dispersão de espécies arbóreas em remanescentes de Chaco de Porto Murtinho, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Rodriguésia*. v.60(2). p.353-365. 2009.
- NOGUEIRA, N. O.; OLIVEIRA, O. D.; MARTINS, C. D. S.; BERNARDES, C. D. O. Utilização de leguminosas para recuperação de áreas degradadas. *Enciclopédia Biosfera*, 8(14), 2012-2031. 2012.
- OLIVEIRA FILHO, A. T. *et al.* Espécies de ocorrência do domínio atlântico e do cerrado. In: OLIVEIRA FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R.(Ed.). *Inventário Florestal de Minas Gerais: Espécies Arbóreas da Flora Nativa*. Lavras: UFLA. Cap. 5, p.217-418. 2008.
- OLIVEIRA FILHO, A. T. *et al.* Espécies de ocorrência do domínio atlântico, do cerrado e da caatinga. In: OLIVEIRA FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R.(Ed.). *Inventário Florestal de Minas Gerais: Espécies Arbóreas da Flora Nativa*. Lavras: UFLA. Cap. 6, p.421-539. 2008.

- OLIVEIRA FILHO, A. T. *et al.* Espécies de ocorrência do domínio do cerrado e da caatinga. In: OLIVEIRA FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R.(Ed.). Inventário Florestal de Minas Gerais: Espécies Arbóreas da Flora Nativa. Lavras: UFLA. Cap. 8, p.547-575. 2008.
- OLIVEIRA FILHO, A. T. *et al.* Espécies de ocorrência exclusiva do domínio do cerrado. In: OLIVEIRA FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R.(Ed.). Inventário Florestal de Minas Gerais: Espécies Arbóreas da Flora Nativa. Lavras: UFLA. Cap. 3, p.157-208. 2008.
- OLIVEIRA, A. C. C. Flora e estrutura de remanescente de Floresta Estacional Decidual em Presidente Juscelino, MG. Dissertação de Mestrado. UFVJM, Diamantina, MG. 2012.
- OLIVEIRA, D.N.S. Efeito do lodo de esgoto e de plantas de cobertura na recuperação de uma área degradada em Brasília-DF. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília. 61 p. Dissertação de Mestrado. 2015.
- OLIVEIRA, P. E. A. M.; MOREIRA, A. G. Anemocoria em espécies de Cerrado e Mata de Galeria de Brasília, DF. Rev. Brasil. Bot. v.15(2). p.163-174. 1992.
- ORDIALE-OLIVEIRA, P. R. Variabilidade e estrutura genética populacional nas espécies *Manihot irwinii* D.J. Rogers & Appan e *Manihot violaceae* Pohl (Euphorbiaceae Juss.). Dissertação de Mestrado. UFG, Goiânia, GO. 2016.
- PALHARES, D.; FRANCO, A. C.; ZAIDAN, L. B. P. Respostas fotossintéticas de plantas de cerrado na estação seca e chuvosa. Rev. Bras. de Biociências, Porto Alegre. v. 8 (2). p. 213-220. 2010.
- PEIXOTO, G. L.; MARTINS, S. V.; SILVA, A. F. ; SILVA, E.. Composição florística do estrato arbóreo de um trecho de Floresta Atlântica, em Pedra de Guaratiba, Rio de Janeiro, RJ. Acta Botanica Brasilica, São Paulo, v. 18, n.1, p. 151-160, 2004.
- PEREIRA, I. M; BOTELHO, S. A.; BERG, E. V. D.; OLIVEIRA-FILHO, A. T; MACHADO, E. L. M.. Caracterização ecológica de espécies arbóreas ocorrentes em ambientes de mata ciliar, como subsídio à recomposição de áreas alteradas nas cabeceiras do rio grande, Minas Gerais, Brasil. Ciência Florestal, Santa Maria-RS, v. 20, p. 235-253, 2010.
- PEREIRA, R. A. Influência de fatores edáficos sobre a revegetação natural de áreas de empréstimo em latossolos sob Cerrado. 1990. 133 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF, 1990.
- PERES, M. K. Estratégias de dispersão de sementes no Bioma Cerrado: Considerações ecológicas e filogenéticas. Tese de Doutorado. UNB, Brasília, DF. 2016.
- PÉREZ-HARGUINDEGUY, N.; *et al.* New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. Australian Journal of Botany, v. 61, p. 167–234, 2013.

- PETCHEY, O.L. & GASTON, K.J. Functional diversity: back to basics and looking forward. *Ecol. Lett.* v.9(6). p.741-758. 2006.
- PILON, N. A. L.; UDULUTSCH, R. G.; DURIGAN, G.. Padrões fenológicos de 111 espécies de Cerrado em condições de cultivo. *Hoehnea*, São Paulo, v. 42, p. 425-443, 2015.
- PINHEIRO, F.; RIBEIRO, J. F. Síndromes de dispersão de sementes em Matas de Galeria do Distrito Federal. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUSA-SILVA, J. C. Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria. Embrapa Cerrados, Planaltina – DF. Capítulo 9. p. 334-375. 2001.
- PIRANI, F. R.; SANCHEZ, M.; PEDRONI, F. Fenologia de uma comunidade arbórea em cerrado sentido restrito, Barra do Garças, MT. *Acta Botanica Brasílica*, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 1096-1109, 2009.
- PIRANI, J.R. & CORTOPASSI-LAURINO, M. (Eds). Flores e abelhas em São Paulo. EDUSP/FAPESP, São Paulo, 192p. 1993.
- PIVELLO V. R.; SHIDA C. N.; MEIRELLES S. T. Alien grasses in Brazilian savannas: a threat to biodiversity. *Biodiversity & Conservation*. v. 8. p.1281-1294. 1999a.
- PIVELLO, V. R. Invasões Biológicas no Cerrado Brasileiro: Efeitos da Introdução de Espécies Exóticas sobre a Biodiversidade. *ECOLOGIA. INFO* 33. 2011. Disponível em < <http://ecologia.info/cerrado.htm>> Acesso em 19 nov 2017.
- PRADO, C. H. B. A.; WENHUI, Z.; ROJAS, M. H. C.; SOUZA, G. M. Seasonal leaf gas exchange and water potential in a woody cerrado species community. *Braz. J. Plant Physiol.* v. 16(1). p. 7-16. 2004.
- PRADO-JUNIOR, J. A.; LOPES, S. F.; SCHIAVINI, I.; VALE, V. S.; OLIVEIRA, A. P.; GUSSON, A. E.; DIAS NETO, O. C.; STEIN, M. C.. Fitossociologia, caracterização sucessional e síndromes de dispersão da comunidade arbórea de remanescente urbano de Floresta Estacional Semidecidual em Monte Carmelo, Minas Gerais. *Rodriguésia (Online)*, Rio de Janeiro, v. 63, p. 489-499, 2012.
- PRADO-JUNIOR, J. A.; LOPES, S. F.; VALE, V. S.; OLIVEIRA, A. P.; GUSSON, A. E.; DIAS NETO, O. C.; SCHIAVINI, I. Estrutura e caracterização sucessional da comunidade arbórea de um remanescente de floresta estacional semidecidual, Uberlândia, MG. *Caminhos de Geografia*, Uberlândia, v. 12, p. 81-93, 2011.
- PROENÇA, C.; OLIVEIRA, R. S.; SILVA, A. P. Flores e Frutos do Cerrado. Brasília: Ed. Universidade de Brasília, SP: Imprensa Oficial do Estado, 226p. 2000.
- R CORE TEAM (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em <<https://www.R-project.org/>>.

- REATTO, A.; MARTINS, E. S.; FARIAS, M. F. R.; SILVA, A. V.; CARVALHO JUNIOR, O. A. Mapa pedológico digital – SIG: Atualizado do Distrito Federal, Escala 1:100.000 e uma Síntese do texto explicativo. EMBRAPA, ISSN 1517-5111. Documentos 120. Planaltina, DF. 2004.
- REIS, S. M. A.; MOHR, A.; GOMES, L.; SILVA, A. C. S.; ABREU, M. F.; LENZA, E.. Síndromes de polinização e dispersão de espécies lenhosas em um fragmento de Cerrado sentido restrito na transição cerrado - floresta amazônica. *Heringeriana*, Brasília, v. 6, p. 28-41, 2012.
- RESENDE, A. V.; FURTINI NETO; A. E.; MUNIZ, J. A.; CURI, N; FAQUIN, V. Crescimento inicial de espécies florestais de diferente grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília. v. 34(11). p. 2071-2081. 1999.
- RESENDE, N. de F. 07) Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Preservação. *Revista Brasileira de Educação e Cultura*. RBEC, ISSN 2237-3098, n. 6, p. 81-90, 2012.
- RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. p.151-212. *In: SANO, M. S.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Eds.) Cerrado: Ecologia e Flora*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 406p. 2008.
- RICOTTA, C. Through the jungle of biological diversity. *Acta Biotheory*. 53(1):29-38. 2005.
- RODRIGUES, E. *Ecologia da Restauração*. Londrina, Ed. Planta. 300 p. 2013.
- RODRIGUES, G. B.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R. Dinâmica da regeneração do subsolo de áreas degradadas do bioma Cerrado. *Rev. Bras. Enge. Agríc. Ambiental*. v. 11(1). p. 73-80. 2007.
- RODRIGUES, L. A.; ARAÚJO, G. M. Levantamento florístico de uma Mata Decídua em Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. *Acta. Bot. Bras.* v.11(2). 1997.
- RODRIGUES, R. R. *et al.* On the restoration of high diversity forests: 30 years of experiences in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation*, v.142, n.6, p.1242-1251, 2009b.
- RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, F. Conceitos, Tendências e Ações para a Recuperação de Florestas Ciliares. *In: RODRIGUES, R. R; LEITÃO-FILHO, H. F. (Ed.). Matas Ciliares: Conservação e Recuperação*. São Paulo, FAPESP, 2004. p. 223-234.
- ROSSATO, L. Estimativa da capacidade de armazenamento de água no solo do Brasil. *Dissertação. Mestrado em Meteorologia – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais*. São José dos Campos, 145p. 2002.
- ROYAL BOTANICAL GARDENS - KEW. Seed Information Database (SID). Version 7.1. Disponível em: <<http://data.kew.org/sid/>> acesso em 31 jul. 2017. 2008.

- SAMPAIO, T. F.; GUERRINI, I. A.; BACKES, C.; HELIODORO, J. C. A.; RONCHI, H. S.; TANGANELLI, K. M.; CARVALHO, N. C. de.; OLIVEIRA, F. C. Lodo de esgoto na recuperação de áreas degradadas: efeito nas características físicas do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 36(5), 1637-1645. 2012.
- SANT'ANA, I. S. Anatomia do haustório secundário da hemiparasita *Phthirusa ovata* (Pohl ex DC.) Eichler, respostas fisiológicas e seus efeitos em distintas hospedeiras. Dissertação de Mestrado. UNB, Brasília, DF. 2012.
- SANTANA, O. A.; ENCINAS, J. I. Levantamento das espécies das espécies exóticas arbóreas e seu impacto nas espécies nativas em áreas adjacentes a depósitos de resíduos domiciliares. *Biotemas*. v.21(4) p. 29-38. 2008.
- SANTOS, A. C.; SILVA, I. F.; LIMA, J. R. S.; ANDRADE, A. P.; CAVALCANTE, V. R. Gramíneas e Leguminosas na recuperação de Áreas Degradadas: Efeito nas características químicas de solo. *Rev. Ci. Solo*, v. 25. p. 1063-1071. 2001.
- SANTOS, J. H. S.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, J. A. A.; SOUZA, A. L.; SANTOS, E. S.; MEUNIER, J. I. M.. Distinção de grupos ecológicos de espécies florestais por meio de técnicas multivariadas. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 28, n.3, p. 387-396, 2004.
- SCOLFORO, J. R.; MELLO, J. M.; SILVA, C. P. de C.(Ed.). Inventário Florestal de Minas Gerais: Floresta Estacional Semidecidual e Ombrófila - Florística, Estrutura, Diversidade, Similaridade, Distribuição Diamétrica e de Altura, Volumetria, Tendências de Crescimento e Áreas aptas para o Manejo Florestal. Lavras: UFLA, 2008.
- SER, *Society for Ecological Restoration International*, Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política. Princípios da *SER International* sobre a restauração ecológica. www.ser.org y Tucson: *Society for Ecological Restoration International*. 2004.
- SERRALVES. Fundação Serralves. Disponível em <serralves.ubiprism.pt/> Acesso em 14 nov 2017. 2017.
- SHAHNAWAZ, A. D.; KHAN. Z. H.; KHAN, A. A.; AHMAD, S. B. Pollinator Biodiversity and their Conservation. In: GUPTA, V. K. *Animal Diversity, Natural History, and Conservation*. Daya Publishing House, v.1. 2013.
- SILVA JÚNIOR, M. C. + 100 árvores do cerrado – Matas de Galeria: guia de campo. Brasília – DF. Ed. Rede de sementes do cerrado, 288 p. 2009.
- SILVA JÚNIOR, M. C. 100 árvores do cerrado: sentido restrito: guia de campo Brasília, DF: Rede de Sementes do Cerrado. 304 p. il. 2012
- SILVA JÚNIOR, M. C. da; COSTA E LIMA, R. M. 100 árvores urbanas: Brasília: guia de campo Brasília, DF: Rede de Sementes do Cerrado. 280 p. il. 2010.

- SILVA, A. C.; HIGUCHI, P.; NEGRINI, M.; GRUDTNER, A.; ZECH, D. F.. Caracterização fitossociológica e fitogeográfica de um trecho de floresta ciliar em Alfredo Wagner, SC, como subsídio para restauração ecológica. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 23, n. 4, p. 579-593, 2013. <<http://dx.doi.org/10.5902/198050987550>>
- SILVA, A. P. *Biologia Reprodutiva e polinização de Palicourea rigida H.B.K. (Rubiaceae)*. Dissertação de Mestrado. UNB, Brasília, DF. 1995.
- SILVA, C. I.; ARAÚJO G.; OLIVEIRA, P. E. A. M. Distribuição vertical dos sistemas de polinização bióticos em áreas de cerrado sentido restrito no Triângulo Mineiro, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. v.26(4). p. 748-760. 2012.
- SILVA, C. S. P.; SANTOS, M. L. Comportamento fenológico no evento pós-queima e biologia reprodutiva de *Spiranthera odoratissima* A. St.-Hil. (Rutaceae). *Biotemas*. v.21(1). p. 29-39. 2008.
- SILVA, K. A.; MARTINS, S. V. ; NETO, A. M.; DEMOLINARI, R. A.; LOPES, A. T. Restauração Florestal de uma Mina de Bauxita: Avaliação do Desenvolvimento das Espécies Arbóreas Plantadas. *Floresta e Ambiente*. v.23(3). p.309-319. 2016.
- SILVA, M. D. B. *Diversidade e Estrutura Genética Populacional de Vellozia squamata Pohl sob diferentes frequências de fogo no Cerrado*. Dissertação de Mestrado. USP, São Paulo - SP. 2013.
- SILVA, M. I. O. *Avaliação ecológica de áreas ciliares em processo de restauração florestal na Zona da Mata Norte, Pernambuco*. Dissertação de Mestrado. UFRP, Recife - PE. 2017.
- SILVA, N. P. C.; VEIGA, M. J. V.; MACHADO, V. L. L. Entomofauna visitante de *Thitonia diversiflora* (Hemsl.) A.Gray (Compositae) durante o seu período de floração. *Bioikos*, PUC, Campinas. v. 13(1/2). p. 18-28. 1999.
- SILVA, R. M.; BANDEL, G.; FARALDO, M. I. F.; MARTINS, P. S. *Biologia reprodutiva de etnovariedades de mandioca*. *Scientia Agricola*. v.58(1). p.101-107. 2001.
- SKARPE, C. Plant functional types and climate in a southern african savanna. *Journal of Vegetation Science*. v.7. p. 397-404. 1996.
- SOARES, P. N. *Taxonomia de Acilepidopsis, Chrysolaena, Echinocoryne, Stenocephalum e Vernonanthura (Venonieae, Asteraceae) de Minas Gerais, Brasil*. Dissertação de Mestrado. UFU. 2012.
- SOBRAL, M. E. G. *et al.* Espécies de ocorrência do domínio atlântico e da caatinga. In: OLIVEIRA FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R.(Ed.). *Inventário Florestal de Minas Gerais: Espécies Arbóreas da Flora Nativa*. Lavras: UFLA. cap. 7, p.541-545. 2008.

- SOUZA, B. P. Fenologia de espécies anemocóricas em um cerrado *sensu stricto* no interior de São Paulo. Trabalho de Conclusão de Curso. Rio Claro, São Paulo. 2014.
- SOUZA, L. R.; CORRÊA, B. S.; ANDRINO, M. A.; SIMÕES, E. R.; REIS, J. E.; ROCHA, G. H. R. WILD, P. M. V.; TEIXEIRA, M. N. C.; RODRIGUES, M. B. Distribuição de Sempre-viva (*Paepalanthus* sp.) e Canela-de-ema (*Vellozia squamata*) em mosaico vegetacional no Parque Nacional da Serra da Canastra, São Roque de Minas, MG. ForScience. Formiga, MG. v. 5(2). Edição especial. 2017.
- SOUZA, P. B.; SAPORETTI-JUNIOR, A. W.; SOARES, M. P.; VIANA, E. H. O.; MEIRA-NETO, J. A. A. Florística de uma Área de Cerradão na Floresta Nacional de Paraopeba, Minas Gerais. Cerne, Lavras. v.16(1). p.86-93. 2010.
- SOUZA, S. C. A.; BRAGA, L. L.; TOLENTINO, G. S.; MATOS, A. M. M.; RODRIGUES, P. M. S.; NUNES, Y. R. F. Biometria de frutos e predação de sementes de *Senna spectabilis* (DC) Irwin et Barn. (Fabaceae-Caesalpinioideae) provenientes de três localidades do Norte de Minas Gerais. Rev. Bras. de Biociências. Porto Alegre. v.5(1). p.864-866. 2007.
- SOUZA, V. C.; ANDRADE, L. A.; QUIRINO, Z. G. M. Floral biology of *Sesbania virgata*: na invasive species in the Agreste of Paraíba, northeastern Brazil. Rodriguésia. v.67(4). p.871-878. 2016.
- STEFANELLO, D.; FERNANDES-BULHÃO, C.; MARTINS, S. B. Síndromes de dispersão de sementes em três trechos de vegetação ciliar (nascente, meio e foz) ao longo do Rio Pindaíba, MT. Rev.Árvore, Viçosa-MG. v.33(6). p.1051-1061. 2009.
- SWAINE, M.D.; WHITMORE, T.C. On the definition of ecological species groups in tropical rain forests. Vegetatio, v. 75, p. 81-86, 1988.
- TABARELLI, M. *et al.* Challenges and opportunities for biodiversity conservation in the Brazilian Atlantic Forest. Conservation Biology, v.19, n.3, p.695-700. 2005.
- TABARELLI, M.; LOPES, A. V. F.; PERES, C. 2008. Edge-effects drive tropical forest fragments towards an early-successional system. Biotropica, v.40, n.6, p.657-661.
- TILMAN, D. 2001. Functional diversity. In Encyclopedia of Biodiversity (S.A. Levin, ed.). Academic Press, San Diego, p. 109-120.
- TILMAN, D.; LEHMAN, C. L.; THOMSON, K. T. Plant diversity and ecosystem productivity : Theoretical. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 94, p. 1857-1861, 1997.
- TORRE, R. B.; RAMOS, E. Flacourtiaceae. In: Melhem, T.S., Wanderley, M.G.L., Martins, S.E., Jung-Mendaçolli, S.L., Shepherd, G.J., Kirizawa, M. (eds.) Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. Instituto de Botânica, São Paulo. vol. 5, pp: 201-226. 2007.

- UNICENTRO. *Poincianella pluviosa* (DC.) L. P. Queiros Sibipiruna. 2017. Disponível em <<http://sites.unicentro.br/wp/manejoflorestal/12340-2/>> Acesso em 14 nov 2017.
- VAN DER PIJL, L. Principles of dispersal in higher plants. 3rd ed. Springer-Verlag: Berlin, 218p. 1982.
- VARASSIN, I. G.; SILVA, W. R. Padrões sazonais de frutificação e germinação de sementes em Cerrado, Minas Gerais. Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão, Nova Série. v.10, p. 13-28. 1999.
- VAZ, L. M. S; GONÇALVES, J. L. M. Uso de biossólidos em povoamento de eucalipto: efeito em atributos químicos do solo, no crescimento e na absorção de nutrientes. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 26. p. 747-758. 2002.
- VILLÉGER, S.; MASON, N. W. H.; MOUILLOT, D. New multidimensional functional diversity indices for a multifaceted framework in functional ecology. Ecology, v. 89, n. 8, p. 2290–301, 2008. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18724739>>.
- VMA - BIOVERSITY. Los parientes silvestres del cultivo de la yuca en Bolivia: Estado de conocimiento, grado de conservación y acciones de conservación propuestas. Imprenta SAGITARIO. La Paz, Bolivia. 166 p. 2010.
- WALTER, B. M. T.; Guarino, E. S. G. Comparação do método de parcelas com o “levantamento rápido” para amostragem da vegetação arbórea do Cerrado sentido restrito. Revista Acta Botanica Brasilica. 20(2): 285-297. 2006.
- WHITMORE, T. C. Tropical Rain Forest dynamics and its implications for management. In: OMESPOMPA, A.; WHITMORE, T. C.; HADLEY, M. Rain forest regeneration and management. Paris, UNESCO and The Part Eeon Publishing Group, 1990. p.67-89.
- WIJESKARA, G. U. S.; FERNANDO, D. M. S.; WIJERATHNA, S.; BANDARA, N. Environmental and occupational exposures as a cause of male infertility. 2016.
- WILLIAMS, R. J.; MYERS, B. A.; MULLER, W. J.; DUFF, G. A.; EAMUS, D. Leaf phenology of woody species in a north australian tropical savanna. Ecology, v. 78(8), p. 2542–2558. (1997). Disponível em <[http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/0012-9658\(1997\)078%5B2542:LPOWSI%5D2.0.CO;2/epdf](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/0012-9658(1997)078%5B2542:LPOWSI%5D2.0.CO;2/epdf)> Acesso em 30 nov 2017.
- WWF. Cerrado: Berço das águas. Disponível em <http://assets.wwfbr.panda.org/downloads/factsheet_cerrado_port_web.pdf> Acesso em 02 de julho de 2017. 2011.
- YAMAMOTO, L. F.; KINOSHITA, L. S.; MARTINS, F. R.; Síndromes de polinização e de dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua Montana, SP, Brasil. Acta Botanica Brasilica (Impresso), v. 21, p. 553-573, 2007.

ANEXOS

ANEXO 1. Relação dos nomes científicos, origem, ocorrência e atributos funcionais das espécies encontradas nas áreas de estudo. Nat = nativa do bioma Cerrado; Exo = não-nativa do bioma Cerrado; GF = Grupo funcional; GS = grupo sucessional; He = heliófita; Pi = pioneira; Si; secundária inicial; St = secundária tardia; Cl = clímax; CR = crescimento rápido; CL = crescimento lento; Disp = síndrome de dispersão; Zooc = Zoocoria; Anec = anemocoria; Auto = autocoria; Baro = barocoria; Hidro = hidrocória; Poli = síndrome de polinização; Anef = anemofilia; Ento = entomofilia; Canta = cantarofilia; Fale = falenofilia; Psi = psicofilia; Orni = ornitofilia; Quiro = quiroptefilia; PQF = Padrão de queda foliar.

Nome científico/família	GF	Origem	Área de ocorrência	GS (Budowski e Lorenzi)	GS (reclassificação)	Disp	Poli	PQF	Referências ¹
Anacardiaceae									
<i>Anacardium occidentale</i> L.	3	Nat	J294C, QI29C	He	CR	Zooc	Quiro	D	66;15;101;101
<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemao	4	Nat	QI29L	St	CL	Anec	Ento	D	79;100;100;100
Annonaceae									
<i>Annona cacans</i> Warm.	3	Nat	QI29C	St	CL	Zooc	Canta	SV	89;116;14;18
<i>Annona crassiflora</i> Mart.	3	Nat	J294C	Pi	CR	Zooc	Canta	D	68;101;101;76
<i>Cardiopetalum calophyllum</i> Schltld.	3	Nat	J294C	St	CL	Zooc	Canta	D	68;102;102;102
<i>Duguetia furfuracea</i> (A. St.-Hil.) Saff.	3	Nat	QI29C	Pi	CR	Zooc	Canta	SV	67;53;74;77
<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.	6	Nat	J294C	Pi	CR	Zooc	Ento	SV	79;101;101;76
Apocynaceae									
<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	4	Nat	J294C, QI29C	Cl	CL	Anec	Ento	D	56;101;101;76
<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.	3	Nat	J294C, QI29C	Pi	CR	Anec	Fale	D	56;101;101;76
<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	3	Nat	J294C, QI29C	Pi	CR	Zooc	Fale	D	67;101;101;76
<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson	3	Nat	QI29C	Cl	CL	Anec	Fale	D	56;101;101;101
Araliaceae									
<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schltld.) Frodin	6	Nat	J294C, QI29C	Pi	CR	Zooc	Ento	SV	68;65;101;76
Areaceae									
<i>Syagrus comosa</i> (Mart.) Mart.	3	Nat	QI29C	He	CR	Zooc	Canta	SV*	66;81;60;25

Nome científico/família	GF	Origem	Área de ocorrência	GS (Budowski e Lorenzi)	GS (reclassificação)	Disp	Poli	PQF	Referências ¹
<i>Syagrus flexuosa</i> (Mart.) Becc.	6	Nat	QI29C	Pi	CR	Zooc	Ento**	SV*	67;34;74;25
Asteraceae									
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	1	Nat	QI29C	Pi	CR	A nec	Ento	SV	28;97;31;31
<i>Eremanthus glomerulatus</i> Less.	1	Nat	J294C, QI29C	Pi	CR	A nec	Ento	SV	68;53;101;101
<i>Piptocarpha macropoda</i> (DC.) Baker	1	Nat	J294C, J294L	Pi	CR	A nec	Ento	SD	79;102;102;102
<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	5	Nat	QI29C	Pi	CR	A nec	Ento	D	45;81;101;101
<i>Tithonia diversifolia</i> (Hemsl.) A.Gray	1	Exo	QI29L	Pi	CR	A nec	Ento**	SV	32;95;61;85
<i>Vernonanthura ferruginea</i> (Less.) H.Rob.	1	Nat	QI29L	Pi	CR	A nec	Ento	SV	104;23;61;103
<i>Vernonanthura polyanthes</i> (Sprengel) Vega & Dematteis	1	Nat	J294L	Pi	CR	A nec*	Ento	SV	68;97;23;103
<i>Vernonanthura rubriramea</i> Mart.	5	Nat	J294C	Pi	CR	A nec	Ento	D	55;5;55;103
Bignoniaceae									
<i>Adenocalymma pedunculatum</i> (Vell.) L.G.Lohmann	1	Nat	QI29C	Pi*	CR	A nec	Ento	SD	20;42;42;42
<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	1	Nat	J294C, QI29C	Pi	CR	A nec	Ento	D	68;100;100;100
<i>Jacaranda rufa</i> Silva Manso	5	Nat	J294C	Si*	CR	A nec	Ento	D	43;47;105;105
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. & Hook. F. ex S. Moore	5	Nat	QI29C	Pi	CR	A nec	Ento	D	68;100;100;76
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	5	Exo	J294C	Pi	CR	A nec	Ento	D	85;31;31;31
Burseraceae									
<i>Protium ovatum</i> Engl.	6	Nat	QI29C	Si	CR	Zooc	Ento	SV	50;23;73;100
Calophylaceae									
<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart. & Zucc.	1	Nat	J294C, QI29C	Pi	CR	A nec	Ento	D	56;101;101;101
<i>Kielmeyera speciosa</i> A. St.-Hil.	5	Nat	J294C, QI29C	He	CR	A nec	Ento	D	69;101;101;101
Caryocaraceae									
<i>Caryocar brasiliense</i> Cambess.	3	Nat	J294C, QI29C	Pi	CR	Zooc	Quiro	D	68;15;46;101

Nome científico/família	GF	Origem	Área de ocorrência	GS (Budowski e Lorenzi)	GS (reclassificação)	Disp	Poli	PQF	Referências ¹
Celastraceae									
<i>Plenckia populnea</i> Reissek	1	Nat	J294C, QI29C	Pi	CR	Anec	Ento	SV	68;81;101;101
<i>Salacia crassifolia</i> (Mart. ex Schult.) G.Don	2	Nat	J294C, QI29C, QI29L	Si	CR	Zooc	Ento	SD	50;15;101;101
Connaraceae									
<i>Connarus suberosus</i> Planch.	2	Nat	J294C, QI29C	Pi	CR	Zooc	Ento	D	68;101;101;101
<i>Rourea induta</i> Planch.	6	Nat	J294C	Pi	CR	Zooc	Ento	SV	56;101;46;76
Dilleniaceae									
<i>Davilla elliptica</i> A. St.-Hil.	3	Nat	J294C, QI29C	Cl	CL	Zooc	Ento	D	56;101;101;76
Ebenaceae									
<i>Diospyros hispida</i> A.DC.	2	Nat	J294C, QI29C	Si	CR	Zooc	Ento	D	78;81;102;76
Erythroxylaceae									
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	2	Nat	J294C, QI29C	Pi	CR	Zooc	Ento	SV	8;116;101;45
<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St.-Hil.	2	Nat	QI29C	He	CR	Zooc	Ento	D	69;81;101;101
<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	3	Nat	J294C, QI29C	He	CR	Zooc	Psi	SV	69;101;101;45
Euphorbiaceae									
<i>Manihot violacea</i> Pohl	2	Nat	QI29C	Pi*	CR	Zooc	Ento	D	70;96;73;114
<i>Maprounea guianensis</i> Aubl.	3	Nat	J294C, QI29C	Si	CR	Zooc	Anef	D	78;102;102;102
<i>Ricinus communis</i> L.	3	Exo	J294L	Pi	CR	Auto	Ento	D	94;4;94;12
Fabaceae									
<i>Andira vermifuga</i> (Mart.) Benth.	2	Nat	J294C, QI29C	Pi	CR	Zooc	Ento	D	68;101;101;101
<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	3	Nat	QI29C	Pi	CR	Baro	Quiro	SD	68;102;102;102
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth	4	Nat	J294C, QI29C	St	CL	Anec	Ento	D	24;101;101;101
<i>Cajanus cajan</i> (L.) Huth	6	Exo	QI29L	Pi	CR	Zooc	Ento	SV	87;4;61;38
<i>Chamaecrista orbiculata</i> (Benth.) H.S. Irwin & Barneby	2	Nat	QI29C	He	CR	Zooc	Ento	D	66;101;101;101

Nome científico/família	GF	Origem	Área de ocorrência	GS (Budowski e Lorenzi)	GS (reclassificação)	Disp	Poli	PQF	Referências ¹
<i>Dalbergia miscolobium</i> Benth.	5	Nat	J294C, QI29C, QI29L	Pi	CR	A nec	Ento	D	68;101;101;101
<i>Dimorphandra mollis</i> Benth.	1	Nat	J294C, J294L, QI29C, QI29L	Pi	CR	Zooc	Ento	D	69;81;40;40
<i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) J.F. Macbr.	2	Nat	QI29C	Pi	CR	Zooc	Ento	D	68;101;101;45
<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne	3	Nat	J294C	St	CL	Zooc	Quiro	SD	24;15;101;101
<i>Leptolobium dasycarpum</i> Vogel	5	Nat	QI29C	Pi	CR	A nec	Ento	D	94;100;100;100
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	1	Exo	J294L, QI29L	Pi	CR	Baro	Ento	D	57;101;101;76
<i>Machaerium acutifolium</i> Vogel	1	Nat	QI29L	Si	CR	A nec	Ento	SV	68;101;101;101
<i>Machaerium opacum</i> Vogel	1	Nat	QI29C, QI29L	Pi	CR	A nec	Ento	SV	68;101;101;101
<i>Plathymenia reticulata</i> Benth.	5	Nat	J294C	Pi	CR	A nec	Ento	D	68;75;63;113
<i>Poincianella pluviosa</i> (DC.) L.P. Queiroz	3	Nat	J294L	St	CL	Auto	Ento	SV	66;46;39;15
<i>Pterodon pubescens</i> (Benth.) Benth.	1	Nat	J294C, QI29C	He	CR	A nec	Ento	D	66;1;84;107
<i>Senna alata</i> (L.) Roxb.	3	Nat	J294L	He	CR	Auto	Ento	D*	82;108;36;26
<i>Sesbania virgata</i> (Cav.) Pers.	3	Nat	J294L	Pi	CR	Hidro	Ento	SV	68;101;46;101
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville	2	Nat	J294C, QI29C	Pi	CR	Zooc	Ento	D	17;81;18;18
<i>Tachigali vulgaris</i> L.G.Silva & H.C.Lima	1	Nat	J294C	Si	CR	A nec	Ento	SV	57;101;46;101
<i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke	4	Nat	J294C	St	CL	A nec	Ento	D	68;81;101;101
Hypericaceae									
<i>Vismia guiAnensis</i> (Aubl.) Pers.	6	Nat	J294C	Pi	CR	Zooc	Ento	SV	50;102;102;102
Lamiaceae									
<i>Aegiphila verticillata</i> Vell.	2	Nat	QI29C, QI29L	Pi	CR	Zooc	Ento	D	45;101;101;101
Loganiaceae									
<i>Strychnos pseudoquina</i> A. St.-Hil.	2	Nat	J294C, QI29C	Pi	CR	Zooc	Fale	D	69;101;46;101
Loranthaceae									
<i>Passovia ovata</i> (Pohl ex DC.) Tiegh.	3	Nat	J294C	St	CL	Zooc	Orni	SV	86;86;41;86

Nome científico/família	GF	Origem	Área de ocorrência	GS (Budowski e Lorenzi)	GS (reclassificação)	Disp	Poli	PQF	Referências ¹
Lythraceae									
<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	3	Nat	J294C, QI29C	St	CL	Anec	Quiro	D	79;33;101;101
Malpighiaceae									
<i>Banisteriopsis latifolia</i> (A.Juss.) B.Gates	5	Nat	QI29C	He	CR	Anec	Ento**	D*	66;6;60;105
<i>Banisteriopsis stellaris</i> (Griseb.) B. Gates	4	Nat	QI29L	St	CL	Anec	Ento	D	48;53;55;105
<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth	2	Nat	J294C, QI29C	Pi	CR	Zooc	Ento	D	69;101;101;101
<i>Byrsonima pachyphylla</i> A. Juss.	6	Nat	J294C, QI29C	Si	CR	Zooc	Ento	SV	68;101;101;101
<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	1	Nat	J294C	Pi	CR	Anec	Ento	SV	68;101;101;101
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A.Juss.	5	Nat	QI29C	Pi	CR	Anec	Ento	D	68;101;101;15
<i>Heteropterys coriacea</i> A.Juss.	5	Nat	QI29C	Pi*	CR	Anec	Ento**	D*	68;6;16;15
Malvaceae									
<i>Eriotheca pubescens</i> (Mart. & Zucc.) Schott & Endl.	4	Nat	J294C, QI29C	Cl	CL	Anec	Ento	D	56;101;101;101
Melastomataceae									
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.	2	Nat	J294C, QI29C	Pi	CR	Zooc	Ento	SV	57;53;3;76
<i>Miconia burchellii</i> Triana	6	Nat	QI29C	Pi	CR	Zooc	Ento	SV	69;53;101;101
<i>Miconia ferruginata</i> DC.	2	Nat	J294C	Pi	CR	Zooc	Ento	D	66;81;101;101
<i>Miconia leucocarpa</i> DC.	6	Nat	QI29C	Pi	CR	Zooc	Ento	SV	66;101;101;101
<i>Miconia rubiginosa</i> (Bonpl.) DC.	1	Nat	QI29C	Pi	CR	Anec	Ento	SV*	66;80;64;101
<i>Miconia stenostachya</i> DC.	6	Nat	J294C	Pi*	CR	Zooc*	Ento*	SV*	66;81;101;101
Meliaceae									
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	6	Nat	J294C	Si	CR	Zooc	Ento	SV	78;116;14;18
Moraceae									
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trécul	3	Nat	QI29C	Pi	CR	Zooc	Anef	D	68;81;101;101
Myrtaceae									
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (kunth) O. Berg	3	Nat	QI29C	Cl	CL	Zooc	Ento	D	93;101;72;101

Nome científico/família	GF	Origem	Área de ocorrência	GS (Budowski e Lorenzi)	GS (reclassificação)	Disp	Poli	PQF	Referências ¹
<i>Campomanesia adamantium</i> (Cambess.) O.Berg	2	Nat	QI29C	Pi	CR	Zooc	Ento	D*	68;53;22;102
<i>Campomanesia pubescens</i> (Mart. ex DC.) O.Berg	3	Nat	QI29C	St	CL	Zooc	Ento	D*	51;53;35;102
<i>Eucalyptus</i> sp.1	1	Exo	J294L	Pi*	CR	Anec	Ento**	SV	10;34;62;58
<i>Eucalyptus</i> sp.2	1	Exo	J294L	Pi*	CR	Anec	Ento**	SV	10;34;62;58
<i>Eugenia dysenterica</i> DC.	2	Nat	QI29C	Pi	CR	Zooc	Ento	D*	21;101;101;76
<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	6	Nat	QI29C	Pi	CR	Zooc	Ento	SV*	68;53;30;19
<i>Myrcia tomentosa</i> (Aubl.) DC.	2	Nat	J294C	Pi	CR	Zooc	Ento	D	79;102;102;102
<i>Psidium guajava</i> L.	2	Nat	J294L, QI29L	Pi	CR	Zooc*	Ento	D	24;30;100;44
<i>Psidium laruotteanum</i> Cambess.	6	Nat	J294C, QI29C	Pi*	CR	Zooc	Ento	SV*	24;30;30;44
<i>Psidium myrsinites</i> DC.	2	Nat	J294C	Pi	CR	Zooc	Ento	SD	69;101;101;101
<i>Psidium myrtoides</i> O. Berg	6	Nat	J294C	Pi	CR	Zooc	Ento	SV	68;46;39;45
Nyctaginaceae									
<i>Guapira graciliflora</i> (Mart. ex J.A. Schmidt) Lundell	2	Nat	QI29C	Si	CR	Zooc	Ento	D	68;101;101;101
<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lundell	2	Nat	QI29C	Pi	CR	Zooc	Ento	D	68;53;101;15
<i>Neea theifera</i> Oerst.	2	Nat	QI29C	Cl	CR	Zooc	Ento	D	69;53;101;101
Ochnaceae									
<i>Ouratea hexasperma</i> (A. St.-Hil.) Baill.	6	Nat	QI29C	Pi	CR	Zooc	Ento	SV	68;101;101;101
Opiliaceae									
<i>Agonandra brasiliensis</i> Miers ex Benth. & Hook.f.	3	Nat	QI29C	St	CL	Zooc	Anef	D	24;101;101;101
Piperaceae									
<i>Piper aduncum</i> L.	6	Nat	J294L	Si	CR	Zooc	Ento	SV	8;37;110;44
Primulaceae									

Nome científico/família	GF	Origem	Área de ocorrência	GS (Budowski e Lorenzi)	GS (reclassificação)	Disp	Poli	PQF	Referências ¹
<i>Cybianthus detergens</i> Mart.	2	Nat	J294C, QI29C	Si	CR	Zooc	Ento	SD	68;11;111;107
<i>Myrsine guianensis</i> (Aubl.) Kuntze	2	Nat	J294C	Pi	CR	Zooc	Ento	D	8;46;101;101
Proteaceae									
<i>Roupala montana</i> Aubl.	3	Nat	J294C, QI29C	St	CL	Anec	Ento	SD	79;101;72;101
Rubiaceae									
<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A.Rich.	3	Nat	J294C	Si	CR	Zooc	Fale	D	68;13;39;44
<i>Cordia elliptica</i> (Cham.) Kuntze	6	Nat	J294C	Si	CR	Zooc	Ento	SV	68;81;39;59
<i>Palicourea rigida</i> Kunth	3	Nat	J294C, QI29C	Pi	CR	Zooc	Orni	SV	67;92;101;101
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. & Schltdl.) K. Schum.	3	Nat	QI29C	Pi	CR	Zooc	Fale	D	67;101;101;76
Rutaceae									
<i>Citrus x limon</i> (L.) Osbeck	3	Exo	J294L	Pi	CR	Baro	Ento	SV	85;4;86;58
<i>Hortia brasiliana</i> Vand. ex DC.	3	Nat	J294C	St	CL	Zooc	Orni	SV*	67;9;101;45
<i>Spiranthera odoratissima</i> A. St.-Hil.	3	Nat	QI29C	Pi	CR	Auto	Fale	SD	91;91;73;91
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	2	Nat	J294C, QI29C	Pi	CR	Zooc	Ento	SD	50;101;46;101
Salicaceae									
<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	2	Nat	J294C, QI29C	Si	CR	Zooc	Ento	SV	89;52;111;112
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	2	Nat	J294C, QI29C	Si	CR	Zooc	Ento	SV	79;101;101;76
Sapotaceae									
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	3	Nat	J294C, QI29C	Cl	CL	Zooc	Ento	D	79;101;101;101
Simaroubaceae									
<i>Simarouba versicolor</i> A. St.-Hil.	3	Nat	J294C, QI29C	Cl	CL	Zooc	Ento	SD	102;101;101;101 1
Solanaceae									
<i>Cestrum axillare</i> Vell.	2	Nat	J294L	Si	CR	Zooc	Ento	SV	67;2;73;90
<i>Solanum lycocarpum</i> A.St.-Hil.	2	Nat	J294C, J294L, QI29C, QI29L	Pi	CR	Zooc	Ento	SV	67;101;35;101

Nome científico/família	GF	Origem	Área de ocorrência	GS (Budowski e Lorenzi)	GS (reclassificação)	Disp	Poli	PQF	Referências ¹
<i>Solanum palinacanthum</i> Dunal	2	Nat	J294L	Pi*	CR	Zooc	Ento*	SD*	99;2;49;77
<i>Solanum paniculatum</i> L.	2	Nat	QI29L	Pi	CR	Zooc	Ento	SD*	99;97;15;77
<i>Solanum stipulaceum</i> Willd. ex Roem. & Schult.	2	Nat	J294C	Pi	CR	Zooc	Ento	SD*	66;2;2;77
Styracaceae									
<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.B100	2	Nat	J294C, QI29C	Pi	CR	Zooc	Ento	SD	38;101;101;101
Urticaceae									
<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Griseb.	3	Nat	J294L	Pi	CR	Zooc*	Anef	D*	20;27;73;83
Velloziaceae									
<i>Vellozia squamata</i> Pohl	3	Nat	QI29C	He	CR	Auto	Ento	SV	66;109;60;93
Vochysiaceae									
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	3	Nat	J294C, QI29C	St	CL	Anef	Fale	D	57;101;101;101
<i>Qualea multiflora</i> Mart.	5	Nat	QI29C	Si	CR	Anef	Ento	D	7;101;101;101
<i>Qualea parviflora</i> Mart.	4	Nat	J294C, QI29C	Cl	CL	Anef	Ento	D	102;101;101;101
<i>Vochysia rufa</i> Mart.	5	Nat	J294C	Pi	CR	Anef	Ento	D	66;101;46;101
<i>Vochysia thyrsoidea</i> Pohl	1	Nat	QI29C	Pi	CR	Anef	Ento	SV	21;101;101;101

¹ referência separada por ponto e vírgula (;) de acordo com a ordem dos atributos funcionais: GS; Dis; Poli; Padrão de queda foliar. Citações no ANEXO 2.

* classificação com base no gênero

** classificação com base na família

ANEXO 2. Tabela de referências utilizadas no levantamento dos atributos funcionais das espécies.

Numeração na lista de espécies (Anexo 1)	Referências
1	Aguiar (1992)
2	Albuquerque <i>et al.</i> (2006)
3	Allenspach & Dias <i>et al.</i> (2012)
4	Almeida <i>et al.</i> (2003)
5	Amaral <i>et al.</i> (2013)
6	Anderson (1990)
7	Aquino & Barbosa <i>et al.</i> (2009)
8	Araújo <i>et al.</i> (2015)
9	Barbosa (1999)
10	Barreto <i>et al.</i> (2013)
11	Batista & Soares (2003)
12	Beltrão (2002)
13	Borges (2000)
14	Bosa <i>et al.</i> (2015)
15	Bredt <i>et al.</i> (2012)
16	Campos (2007)
17	Carpanezzi <i>et al.</i> 1983
18	Carvalho <i>et al.</i> 2003
19	Carvalho <i>et al.</i> 2008
20	Coelho <i>et al.</i> (2012)
21	Corrêa & Mélo-Filho (2007)
22	Daronco (2013)
23	Deus (2014)
24	Durães <i>et al.</i> (2014)
25	FloraSBS (2017)
26	Florentino & Moreira (2009)
27	Gaglioti (2010)
28	Gandolfi <i>et al.</i> (1995)
29	Gottsberger (1994)
30	Gressler <i>et al.</i> (2006).
31	Homem (2011)
32	Horowitz <i>et al.</i> (2007)
33	IPEF (2017)
34	Irgang (2006)
35	Ishara & Maimoni-Rodella (2011)
36	Janzen (1976)
37	Kinoshita <i>et al.</i> (2006)
38	Leite <i>et al.</i> (2004)
39	Lemos (2017)

Numeração na lista de espécies (Anexo 1)	Referências
40	Lenza & Klink (2006)
41	Lima (2015)
42	Lima <i>et al.</i> (2014)
43	Longhi <i>et al.</i> (2005)
44	Lopes <i>et al.</i> (2015)
45	Lorenzi (1998)
46	Lorenzi (2002)
47	Machado & Oliveira (2015)
48	Madeira <i>et al.</i> (2009)
49	Mantovani & Martins (1993)
50	Marangon <i>et al.</i> (2007)
51	Marmontel <i>et al.</i> (2013)
52	Marquete (2005)
53	Martins & Batalha (2006)
54	Martins (2005)
55	Massi (2016)
56	Miguel <i>et al.</i> (2016)
57	Milhomem <i>et al.</i> (2013)
58	Mitra-Nature (2014)
59	Moraes (2011)
60	Mota (2016)
61	Nascimento (2016)
62	Neto (2014)
63	Noguchi <i>et al.</i> (2012)
64	Oliveira & Moreira (1992)
65	Oliveira (2012)
66	Oliveira-Filho <i>et al.</i> (2008) (Cap. 3)
67	Oliveira-Filho <i>et al.</i> (2008) (Cap. 5)
68	Oliveira-Filho <i>et al.</i> (2008) (Cap. 6)
69	Oliveira-Filho <i>et al.</i> (2008) (Cap. 8)
70	Ordiale-Oliveira (2016)
71	Peixoto <i>et al.</i> (2004)
72	Pereira <i>et al.</i> (2010)
73	Peres (2016)
74	Pilon <i>et al.</i> (2015)
75	Pirani <i>et al.</i> (1993)
76	Pirani <i>et al.</i> (2009)
77	Prado <i>et al.</i> (2004)
78	Prado-Júnior <i>et al.</i> (2012)a
79	Prado-Júnior <i>et al.</i> (2012)b
80	Proença <i>et al.</i> (2000)

Numeração na lista de espécies (Anexo 1)	Referências
81	Reis <i>et al.</i> (2012)
82	Resende <i>et al.</i> (1999)
83	Rodrigues & Araújo (1997)
84	Royal Botanical Gardens KEW
85	Santana & Encinas (2008)
86	Sant'Ana (2012)
87	Santos <i>et al.</i> (2001)
88	Santos <i>et al.</i> (2004)
89	Scolforo <i>et al.</i> (2008)
90	Serralves (2017)
91	Silva & Santos (2008)
92	Silva (1995)
93	Silva (2013)
94	Silva (2017)
95	Silva <i>et al.</i> (1999)
96	Silva <i>et al.</i> (2001)
97	Silva <i>et al.</i> (2012)
98	Silva <i>et al.</i> (2013)
99	Silva <i>et al.</i> (2016)
100	Silva-Júnior (2010)
101	Silva-Júnior (2012)
102	Silva-Júnior (2019)
103	Soares (2012)
104	Sobral <i>et al.</i> (2008)
105	Souza (2014)
106	Souza <i>et al.</i> (2010)
107	Souza <i>et al.</i> (2007)
108	Souza <i>et al.</i> (2016)
109	Souza <i>et al.</i> (2017)
110	Spina <i>et al.</i> (2001)
111	Stefanello <i>et al.</i> (2009)
112	Torre & Ramos (2007)
113	Unicentro (2017)
114	VMA- Biodiversity (2010)
115	Yamamoto <i>et al.</i> (2007)