

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 07/08/2021.

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

FLÁVIO HENRIQUE FARDIN

**MONITORAMENTO DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DE UMA
ÁREA DEGRADADA NO CERRADO E INSERÇÃO DE
LEGUMINOSAS COMO FORMA DE CONTRIBUIÇÃO AO
PROCESSO**

Ilha Solteira

2019

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

FLÁVIO HENRIQUE FARDIN

**MONITORAMENTO DA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DE UMA
ÁREA DEGRADADA NO CERRADO E INSERÇÃO DE
LEGUMINOSAS COMO FORMA DE CONTRIBUIÇÃO AO
PROCESSO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia - UNESP – Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Especialidade: Sistemas de Produção.

Profª. Dra. Kátia Luciene Maltoni
Orientadora

Ilha Solteira

2019

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

F221m Fardin, Flávio Henrique.
Monitoramento da restauração ecológica de uma área degradada no Cerrado e inserção de leguminosas como forma de contribuição ao processo / Flávio Henrique Fardin. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2019
91 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Sistemas de Produção, 2019

Orientador: Kátia Luciene Maltoni
Inclui bibliografia

1. Recuperação de áreas degradadas. 2. Cobertura vegetal. 3. Espécies nativas regenerantes. 4. Monitoramento. 5. Restauração ecológica.

Raiane da Silva Santos
Raiane da Silva Santos



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Monitoramento da restauração ecológica de uma área degradada no cerrado e inserção de leguminosas como forma de contribuição ao processo

AUTOR: FLÁVIO HENRIQUE FARDIN
ORIENTADOR: KÁTIA LUCIENE MALTONI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA, área:
Sistemas de Produção pela Comissão Examinadora:

Prof. Dra. KÁTIA LUCIENE MALTONI
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dra. GLAUCIA AMORIM FARIA
Departamento de Matemática / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dra. MARIA JOSÉ NETO
Câmpus de Três Lagoas / Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (aposentada)

Ilha Solteira, 07 de agosto de 2019

DEDICO...

Dedico este trabalho para aqueles que com amor despertaram em mim o respeito ao meio ambiente, em especial meus avós, meus pais e tios. Dedico ainda a todos que contribuem com a conservação do Cerrado.

AGRADEÇO...

À Deus pela providência do necessário em cada situação, pelas possibilidades ofertadas em cada momento, a proteção na rodovia, a saúde e a coragem para as lutas, a paciência e a serenidade pela espera das conquistas.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, pela estrutura, professores e funcionários.

À toda a minha família e amigos, pelo excepcional apoio e incentivo que foram fundamentais para mais essa conquista, em especial a Taciane Fardin de Oliveira e Murilo Cesar Carvalho Pereira.

Ao meu Avô Basílio Fardin (in memoriam), por me transmitir o conhecimento sobre as árvores nativas e seus usos;

À minha querida orientadora, Prof^a. Dr^a. Kátia Luciene Maltoni, pelo acolhimento apoio e direcionamento desde o início da pós-graduação.

À Prof^a. Dr^a. Gláucia Amorim Faria, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao técnico José Raimundo de Melo, pela importante ajuda em campo.

À toda equipe do Laboratório de Pedologia que tanto me ajudaram tanto no trabalho em campo quanto nas análises laboratoriais, em especial as amigas Adriana Avelino Santos, Thalita Vicente das Neves e Thaís Soto Boni.

À todas as pessoas que tornaram este trabalho possível e que de alguma forma contribuíram para o meu crescimento e aprendizagem.

*Desde o começo do mundo água e chão se amam
e se entram amorosamente
e se fecundam.*

Manoel de Barros

RESUMO

Na região Noroeste do Estado de São Paulo, divisa com Mato Grosso do Sul, a construção da Usina Hidrelétrica-UHE de Ilha Solteira, em 1965, deu origem a extensas áreas degradadas, devido à remoção da vegetação e utilização do solo para formação do barramento do Rio Paraná. O subsolo exposto resultou em insignificante recuperação do Cerrado, ao longo do tempo, pois o material exposto é edaficamente insuficiente para dar suporte ao estabelecimento e desenvolvimento da vegetação, além da ausência de fatores como o banco de sementes e microrganismos, comuns nos 0,10 m superficiais dos solos. Com o objetivo de recuperar as condições ecológicas da área, em 2011/2012 deu-se início ações de restauração por meio da revegetação. O trabalho foi desenvolvido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da UNESP de Ilha Solteira, situada no Município de Selvíria, MS. Inicialmente a área foi mecanizada (escarificação a 0,40 m de profundidade), como condicionantes do subsolo foram incorporados resíduo orgânico - RO (macrófitas aquáticas) nas doses 0, 16, e 32 Mg ha⁻¹ e resíduo agroindustrial - RA (cinza), nas doses 0, 15, 30 e 45 Mg ha⁻¹, e parcialmente revegetada, com o plantio de mudas de 10 diferentes espécies arbóreas nativas do Cerrado (espaçamento 4,0 x 5,0 m). Transcorridos 5 anos da intervenção, avaliou-se o desempenho da técnica proposta por meio da Portaria CBRN 1/2015 do Estado de São Paulo, a qual estabelece o Protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica, utilizando como indicadores ecológicos: cobertura do solo com vegetação nativa (CSVN), densidade de indivíduos nativos regenerantes (DINR) e número de espécies nativas regenerantes (NENR). Os resultados apontaram que os resíduos, principalmente RO, se mostraram importantes no processo de recuperação do subsolo exposto, favorecendo a regeneração e cobertura do solo, no entanto, para os valores apresentados a metodologia sugere que fossem feitas outras intervenções para efetividade das ações de restauração. Assim, em janeiro de 2017, foram semeados dois tipos de leguminosas, o Calopogônio (*Calopogonium caeruleum*) e o Estilosantes Campo Grande, o qual se trata do nome comercial da mistura física de sementes de duas espécies, o *Stylosanthes capitata* e o *Stylosanthes macrocephala*. Cada uma das parcelas dos tratamentos com os resíduos foi subdividida em quatro unidades e receberam as sementes das leguminosas da seguinte forma: T1- 100% Estilosantes, T2 –100% Calopogônio, T3 – 50% Estilosantes + 50% Calopogônio e T4 – Controle (sem leguminosas). Um ano após a inserção das leguminosas a área foi novamente avaliada para os indicadores ecológicos citados, além

de N, P e C do solo. Verificou-se que, mesmo após 5 anos da inserção dos resíduos, eles ainda eram significativos para CSVN, DINR, NENR, N, P e C. As leguminosas, especialmente Etilosantes, influenciaram positivamente a CSVN. Os resultados indicam que a área está seguindo uma trajetória de recuperação, mas o monitoramento deve ser mantido ao longo dos anos para que novas interferências possam ser feitas quando necessário.

Palavras-chave: Recuperação de áreas degradadas. Cobertura vegetal. Espécies nativas regenerantes. Monitoramento. Restauração ecológica.

ABSTRACT

In the Northwest region of São Paulo State, on the border of Mato Grosso do Sul, the construction of Ilha Solteira Hydroelectric Power Plant, in 1965, gave rise to extensive degraded areas, due to vegetation removal and soil use as part of rockfill material of Paraná River. The exposed subsoil resulted in negligible Cerrado recovery over time as the exposed material is edaphically unsuitable to support the establishment and development of the vegetation, besides the absence of factors such as seed bank and microorganisms, common in the 0.10 m superficial of the soil. In order to restore the area ecological conditions, in 2011/2012 restoration actions were initiated through revegetation. The work was developed at the Teaching, Research and Extension Farm (FEPE) of UNESP, Ilha Solteira Campus, located in Selvíria, MS. Initially the area was mechanized (chisel plowing at 0.37 m depth), the soil conditioners were incorporated, organic residue - RO (aquatic macrophytes) at doses of 0, 16, and 32 Mg ha⁻¹ and agroindustrial residue - RA (ash from sugar cane), at doses of 0, 15, 30 and 45 Mg ha⁻¹, and seedlings of 10 different native tree species of the Cerrado were introduced in the area (4.0 x 5.0 m spacing). After 5 years of intervention, the performance of the proposed technique was evaluated through the Ordinance CBRN 1/2015 of São Paulo State, which establishes the Protocol for Monitoring Ecological Restoration Projects, using as ecological indicators: land cover with native vegetation (CSVN), density of native regenerating individuals (DINR) and number of native regenerating species (NENR). Thus, in January 2017, two types of legumes were sown, *Calopogonium* (*Calopogonium caeruleum*) and Estilosantes Campo Grande, which is the trade name of the physical seed mixture of two species, *Stylosanthes capitata* and *Stylosanthes macrocephala*. Each of the waste treatment plots was subdivided into four units and received the legume seeds as follows: T1- 100% Estilosantes, T2 –100% Calopogônio, T3 – 50% Estilosantes + 50% Calopogônio e T4 – Controle (sem leguminosas). One year after the legume insertion the area was again evaluated for the ecological indicators mentioned, besides N, P and C of the soil. It was found that even 5 years after the insertion of the residues, they were still significant for CSVN, DINR, NENR, N, P and C. Legumes, especially Estilosantes, positively influenced the CSVN. The results indicate that the area is following a recovery trajectory, but the monitoring must be maintained over the years so that new interference can be made when necessary.

Keywords: Recovery of degraded areas. Vegetal cover. Native species regeneration. Monitoring. Ecological restoration.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	REVISÃO DE LITERATURA	14
1.1.1	Cerrado	14
1.1.2	Recuperação de áreas degradadas	15
1.1.3	Utilização de leguminosas herbáceas na recuperação de áreas degradadas	16
1.2	OBJETIVO GERAL	17
1.3	OBJETIVO ESPECÍFICO	17
1.4	MATERIAIS E MÉTODOS	18
1.4.1	Histórico da área	18
1.4.2	Condições de clima e solo da área experimental	24
	REFERÊNCIAS	25
	CAPÍTULO 2 – RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA EM ÁREA DE CERRADO ANTROPIZADA	29
2.1	INTRODUÇÃO	29
2.2	MATERIAIS E MÉTODOS	30
2.2.1	Avaliação da cobertura do solo com vegetação nativa – CSVN	31
2.2.2	Avaliação da densidade de indivíduos nativos regenerantes – DINR	32
2.2.3	Avaliação do número de espécies nativas regenerantes-NENR	35
2.2.4	Análises estatísticas	35
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
2.4	CONCLUSÕES	46
	REFERÊNCIAS	47
	CAPÍTULO 3: USO DE LEGUMINOSAS NO PROCESSO DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA EM ÁREA DE SOLO DEGRADADO.	51
3.1	INTRODUÇÃO	51
3.2	MATERIAIS E MÉTODOS	53
3.2.1	Delineamento experimental e tratamentos	53
3.2.2	Avaliação dos indicadores ecológicos	54
3.2.3	Coleta de solo para análises de Carbono orgânico total (COT), Nitrogênio (N) e Fósforo (P)	56
3.2.4	Análises estatísticas	56

3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
3.4	CONCLUSÕES	73
	REFERÊNCIAS	75
	CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
	ANEXO A - Caracterização inicial da área	84
	ANEXO B – Teores de nutrientes do resíduo orgânico (macrófitas aquáticas) (MALAVOLTA, VITTI e OLIVEIRA, 1997)	85
	ANEXO C - Composição química do resíduo agroindustrial (cinza), determinada em termos de óxidos totais.	86
	ANEXO D – Elementos de interesse, disponíveis no resíduo agroindustrial (cinza) (RAIJ <i>et al.</i>, 2001)	87
	ANEXO E – Relatório Fotográfico	88

1 INTRODUÇÃO

Em meados do século XX com o advento da construção de usinas hidrelétricas no Brasil, e a ausência, da necessidade de adequado licenciamento ambiental, impactos ambientais profundos foram gerados, tais como extensas áreas inundadas, e imensuráveis km² de ambientes antropizados devido a retirada de solo para a formação da barragem, para o enrocamento do rio, dentre outras alterações drásticas na paisagem.

Na divisa dos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul, foi construída na década de 60 a Usina Hidrelétrica (UHE) de Ilha Solteira, dando origem a extensas áreas antropizadas, resultantes da remoção da vegetação, neste caso, o Cerrado, e de camadas de solo e subsolo, em profundidades que variaram de 1 a 12 m, para utilização no barramento da água e nas demais obras, durante o estabelecimento da UHE. Em um contexto regional, a UHE de Jupia (Três Lagoas/MS) e a de Três Irmãos (Pereira Barreto/SP) também apresentam em seu entorno o mesmo tipo de dano ambiental, isto é, extensas áreas antropizadas com características similares às encontradas nos municípios de Ilha Solteira/SP e Selvíria/MS.

A remoção da vegetação e da camada superficial do solo deixou à superfície um material edaficamente desprovido das condições necessárias ao restabelecimento da vegetação e de baixa resiliência, situação semelhante a encontrada em áreas mineradas. Essas áreas permanecem, desde 1965, sem ou com baixo recobrimento vegetal, demandando urgente intervenção para sua recuperação, uma vez que, desprovidas de atributos físicos, químicos e microbiológicos, não contribuem para o reestabelecimento da vegetação e são suscetíveis a processos erosivos; além de apresentar baixos teores de matéria orgânica e nutrientes, baixa atividade microbiológica, reduzida velocidade de infiltração de água, ausência de estrutura estável e alta densidade do solo.

A reintrodução da vegetação nativa tem sido uma das medidas de indução da revegetação e de início do reestabelecimento do ecossistema já existente. Para isso, é imprescindível criar condições edáficas que contribuam para garantir o sucesso do processo de revegetação por meio da introdução de mudas de arbóreas nativas, assim, foi necessário mecanizar a área para romper o selamento superficial e adicionar resíduos para condicionar o subsolo, para introdução da vegetação e permitir o estabelecimento da biota que irá atuar no processo de recuperação.

Resíduos orgânicos (macrófitas aquáticas) e agroindustriais (cinza oriunda da queima do bagaço da cana de açúcar) foram utilizados para o condicionamento da fertilidade do solo, e mudas de 10 diferentes espécies arbóreas nativas foram introduzidas na área. O

monitoramento se constitui em uma etapa essencial para verificação da efetividade das ações de recuperação, e para isto foram utilizados indicadores ecológicos como cobertura do solo por vegetação nativa, densidade e diversidade de espécies nativas espontâneas.

Após o monitoramento, considerou-se a necessidade de introdução de outras espécies na área antropizada para contribuir com o processo de restauração, em regiões de formações florestais nativas mais densas, os projetos de restauração ecológica normalmente buscam utilizar espécies arbóreas que promovam o rápido recobrimento do solo, no entanto, no Cerrado a recuperação deve considerar a presença de espécies herbáceas nativas que naturalmente compõem as paisagens deste bioma, principalmente em fitofisionomias mais abertas como o Cerrado Sentido Restrito e o Campo Sujo.

Assim, passados um pouco mais de cinco anos da primeira ação de recuperação nesta área, o monitoramento realizado sugeriu que a cobertura vegetal ainda era reduzida. Com o intuito de melhorar este aspecto decidiu-se por uma segunda interferência no processo de restauração, neste momento com a inserção de herbáceas forrageiras, porém do grupo das leguminosas, pertencentes aos gêneros *Stylosantes* e *Calopogonium*.

Nativas do Cerrado, ambos gêneros são comercializados para a formação de pastagens, pois apresentam teores de nitrogênio interessantes devido a capacidade de fixação biológica. O recobrimento e a melhoria das condições químicas do solo pela inserção de nitrogênio e carbono, são fatores de extrema relevância na recuperação de áreas degradadas, fazendo com que cada vez mais se utilizem tais espécies para esta finalidade.

A introdução das leguminosas mostrou ao final de 2 anos que a cobertura vegetal teve um aumento expressivo e que o estabelecimento das plantas contribuirá para a fornecer condições químicas, físicas e biológicas no solo para o estabelecimento de regenerantes, tanto em densidade quanto diversidade, culminando na recuperação da área degradada.

1.1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1.1 Cerrado

O Cerrado é considerado um dos biomas mais ricos e com maior biodiversidade de espécies no mundo (LEWINSOHN; PRADO, 2002), possuindo aproximadamente 160 mil espécies de plantas, fungos e animais catalogados (RATTER; RIBEIRO; BRIDGEWATER, 1997). É o mais rico em espécies vegetais (aproximadamente 12 mil), das quais pelo menos um terço são endêmicas (MENDONÇA *et al.*, 2008).

A região Centro Oeste brasileira é quase toda ocupada pelo Cerrado, segundo maior bioma do país com aproximadamente 2 milhões de quilômetros quadrados, o que corresponde a 22% do território nacional (EITEN, 2001); faz interface com todos os principais biomas da América do Sul (Amazônia, Mata Atlântica, Caatinga, Chaco e Pantanal), podemos considerá-lo como um grande corredor de biodiversidade (GANEM; DRUMMOND; FRANCO, 2010).

Esse bioma é caracterizado por ser um complexo vegetacional, que tem relações ecológicas e fisionômicas com savanas da América tropical e com as de outros continentes como a África, a Ásia e a Austrália (RIBEIRO; WALTER, 2008). Composto por um mosaico de fisionomias vegetais, o Cerrado possui habitats bastante variados, com alta riqueza de espécies e grande número de endemismos (SILVA; SANTOS, 2005).

Apesar de sua importância, o Cerrado ainda é um dos biomas mais ameaçados do planeta, o que o colocou entre os 34 hotspots mundiais, (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2007). A ocupação humana, por meio do uso e ocupação do solo para atividades agropecuárias, expansão mineral e degradação dos recursos naturais, reduziu a área nativa do Cerrado para 50,84% do território original (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2011), seu *status* de degradação é superado apenas pela Mata Atlântica (MEDEIROS, 2011).

1.1.2 Recuperação de áreas degradadas

Diante do crescente avanço das fronteiras econômicas, que expandem cada vez mais as áreas degradadas em todo o país, aumentam as demandas por projetos de restauração florestal (HENRIQUES, 2003; KAGEYAMA; GANDARA; OLIVEIRA, 2003). Aliado à devastação das florestas, as pastagens nativas também começaram a ser substituídas por capins exóticos, o que representou a substituição das fitofisionomias nativas do Cerrado por paisagens cada vez mais antropizadas (SILVA.; FRANCO; DRUMMOND, 2015). Segundo Sampaio (2015), é necessário restaurar 5 milhões de hectares no Cerrado para que haja habitat suficiente para favorecer a auto sustentação de todas as espécies do bioma.

No tocante a recomposição de uma área, alguns termos usados são: restauração, recuperação e reabilitação. Restauração é o restabelecimento da estrutura, produtividade e diversidade de espécies da flora original. Recuperação é o restabelecimento da estrutura e da produtividade em uma área degradada, usando espécies arbóreas nativas e exóticas (LAMB; GILMOUR, 2003). Já na reabilitação é dada ênfase à recuperação de processos e funções do ecossistema para aumentar o fluxo de serviços e benefícios às pessoas, mas sem que haja uma

intenção explícita em se restabelecer a composição e estrutura originais do ecossistema (CLEWELL, 2009).

Em resumo a restauração ecológica busca gerar estabilidade e integridade biológica aos ecossistemas naturais (ENGEL; PARROTA, 2003), visando proporcionar o reestabelecimento de condições de equilíbrio e sustentabilidade existentes nos sistemas naturais (DIAS; GRIFFITH, 1998; BARBOSA, 2006).

Para obter o conhecimento da eficácia do processo de restauração é preciso ter inferência das condições ambientais dessa restauração ecológica e devem ser utilizadas ferramentas de avaliação denominadas indicadores (RODRIGUES; BRANCALION; ISERNHAGEN, 2009). O uso desses indicadores deve, além de estar voltado aos objetivos do projeto, (MANOLIADIS, 2002), transmitir ganhos ambientais em áreas de restauração (RODRIGUES; GANDOLFI, 2004). A partir dos parâmetros selecionados como indicadores de restauração, com base em critérios que reflitam a viabilidade e estabilidade do ecossistema, em longo prazo, é possível a obtenção de dados que reflitam a situação em vários momentos do monitoramento da área em estudo (MUMMEY; STAHL; BUYER, 2002). Portanto, o uso de indicadores é considerado uma ferramenta importante na avaliação continuada dos projetos de restauração, ou ainda em seu monitoramento ao longo do tempo.

Diversos projetos de restauração ecológica relatam o uso de indicadores ecológicos na avaliação da eficiência da restauração; alguns destes indicadores são: registro da presença de microrganismos, juntamente com as propriedades físico-químicas do solo (BENTHAM *et al.*, 1992), estrutura da comunidade de invertebrados (JANSEN, 1997), densidade de minhocas (ZOU; GONZALEZ, 1997), meso e macrofauna edáfica (SAUTTER, 1998) e parâmetros vegetacionais, como altura e diâmetro (RODRIGUES; GANDOLFI, 2004); os projetos mais detalhados com relação a utilização dos parâmetros e avaliação estão ligados a Mata Atlântica.

Para o Cerrado ainda são necessárias informações consolidadas, evidenciando a necessidade da continuidade dos estudos aplicados à restauração ecológica e monitoramento de áreas restauradas, que são fundamentais na recuperação da integridade ecológica (BARBOSA, 2006). Acredita-se que, por meio de interferências de manejo, seja possível acelerar o processo de regeneração e assegurar a conservação do ecossistema de Cerrado.

1.1.3 Utilização de leguminosas herbáceas na recuperação de áreas degradadas

Tradicionalmente projetos de recuperação priorizam o plantio de espécies arbóreas (PINHEIRO *et al.*, 2009), no entanto, de acordo com Maltoni e Valério (2000), a revegetação

de áreas de empréstimo com espécies forrageiras nativas tem-se mostrado benéfica para o ecossistema, principalmente em se tratando de leguminosas, as quais são fixadoras de Nitrogênio (N), considerado um dos nutrientes mais limitantes ao crescimento de plantas em seu ambiente natural (FRANCO; DÖBEREINER, 1994).

A utilização de leguminosas herbáceas, como plantas de cobertura, aponta a possibilidade de melhorias em diversos atributos do solo, associado à minimização dos processos erosivos, aporte de nitrogênio atmosférico, ciclagem de nutrientes, manutenção da umidade e redução da amplitude térmica do solo, favorecendo a atividade de microrganismo (SMITH, 2008).

Espécies leguminosas dos gêneros *Stylosanthes* e *Calopogonium* são nativas do bioma Cerrado e apontadas como potenciais para recuperação de áreas degradadas (SILVA; CORRÊA, 2011; SEIFFERT *et al.*, 1985; SANTOS *et al.*, 2011), sendo uma boa opção em áreas onde o uso de espécies nativa seja uma exigência (SILVA; CORRÊA, 2008). Ambos os gêneros de leguminosas, além de fixadoras de N, ocorrem e são resistentes em solos ácidos, secos e de baixa fertilidade, são tolerantes a elevados teores de alumínio no solo e apresentam potente sistema radicular pivotante (GUGLIERI-CAPORAL; CORPORAL; POTT, 2015, CALHEIROS *et al.*, 2015; SILVA; ZIMMER, 2004).

1.2 OBJETIVO GERAL

Avaliar um modelo de indução do processo de recuperação, estabelecido há cinco anos, por meio de indicadores ecológicos e parâmetros nutricionais do solo;

Melhorar as condições ecológicas e nutricionais de solo degradado por meio da introdução de espécies herbáceas nativas de Cerrado fixadoras de N.

1.3 OBJETIVO ESPECÍFICO

Avaliar a cobertura do solo por vegetação nativa da superfície da área degradada;

Identificar as espécies e densidade da vegetação espontânea arbustiva e arbórea em área degradada submetida a processo de recuperação;

Avaliar a disponibilidade de N, Fósforo (P) e Carbono (C) no solo da área degradada.

Inserir espécies herbáceas leguminosas nativas de Cerrado para melhorar: a cobertura do solo, o teor de nutrientes, principalmente N, aumentar a disponibilidade de C e com isto favorecer a regeneração natural com espécies nativas na área degradada.

CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A restauração de um ambiente tão intensamente degradado como o discutido neste trabalho, além do grande desafio, requer a utilização de técnicas que ao longo do tempo, contribuam para devolver características edáficas (físicas, químicas e biológicas) no subsolo similares a do solo de um ambiente conservado.

As primeiras ações de restauração ocorridas na área em 2011, como o rompimento do selamento superficial, a adição de resíduos como condicionantes edáficos e o plantio de mudas nativas, se mostraram importantes no processo de restauração, porém o monitoramento apontou que esses resultados não se encontravam no patamar adequado para se atestar a recuperação e isto poderia comprometer resultados futuros, não garantindo que a evolução do ambiente seguiria o curso desejado, mas poderia permitir a entrada de plantas invasoras e comprometer as ações já realizadas, atrasando ainda mais o processo de restauração.

Assim, as leguminosas introduzidas (calopogônio e estilósantes) entram no cenário da recuperação do solo degradado fornecendo uma resposta rápida em termos de recobrimento, e não menos importante, mas mais lenta, no favorecimento da regeneração natural em densidade e diversidade, incremento de matéria orgânica e nitrogênio no solo, através da fixação biológica de N atmosférico. Estes processos se iniciaram na área avaliada neste trabalho, conforme demonstrado pelos monitoramentos, mostrando sua eficiência, no entanto, novos monitoramentos serão necessários para revelar o estabelecimento das ações e se outras intervenções devem ser realizadas.

O recobrimento do solo fornecido pelas leguminosas trouxe outras interferências positivas, que apesar de não discutidas neste trabalho, são perceptíveis na área experimental, como o acúmulo de serapilheira em locais antes descobertos, resultando na formação de polos nucleadores, criando condições de umidade e temperatura que favorecem o estabelecimento de espécies arbóreas e herbáceas primárias.

Estudos de recuperação e monitoramento de áreas degradadas no bioma Cerrado, ainda são escassos, bem como os resultados que este ambiente apresenta as estímulos de recuperação, muitas vezes, são pouco animadores; porém com o nível de degradação que o bioma vem sofrendo, a recuperação de áreas de empréstimo muitas vezes representam parcelas importantes de conservação, pois são áreas que muito possivelmente, nunca serão atrativas para processos produtivos, dadas as condições de solo e relevo inapropriados, sendo mantidas na maioria das vezes, como áreas abandonadas e desprezadas de qualquer investimento em sua recuperação.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. C.; NASCIMENTO, V.; SOUZA, Z. M. Recuperação em área de empréstimo usada para construção de usina hidrelétrica. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 8, p. 887-893, 2012.

AMAZONAS, N. T. **Ciclagem do nitrogênio em uma cronosequência formada por florestas restauradas e floresta natural**. 2010. 93 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2010.

ANTUNES, E. C. **Recuperação de áreas degradadas por meio de recomposição vegetal em solos arenosos no Sudoeste Goiano**. 2006. 145 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

ARENS, K. As plantas lenhosas dos campos cerrados como flora adaptada às deficiências minerais do solo. In: Ferri, M. G. **Simpósio sobre o cerrado**. São Paulo: EDUSP, 1963. p. 251-265.

AULER, P. A. M.; FIDALSKI, J.; PAVAN, M. A.; NEVES, C. S. V. J. Produção de laranja 'pêra' em sistemas de preparo de solo e manejo nas entrelinhas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, p. 363-374, 2008.

BEN-DOR, E.; BANIN, A. Determination of organic matter content in arid zone soils using a simple "loss-on-ignition" method. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v. 20, p. 1675-1695, 1989.

BONI, T. S.; MIZOBATA, K. K. G. S.; SILVA, M. S. C.; MONTEIRO, L. N. H.; BARBIERI, R. S.; MALTONI, K. L.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Chemical soil attributes of Cerrado areas under different recovery managements or conservation levels. **International Journal of Biodiversity and Conservation**, Nairobi, v. 9, n. 5, p. 115-121, 2017.

BONI, T. S. **Vegetação espontânea e atividade microbiológica como indicadores da recuperação de uma área degradada no cerrado**. 2017. 107 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira, 2017.

BONINI, C. S. B.; ALVES, M. C.; MONTANARI, R. Sewage sludge and mineral fertilization on recovery of chemical properties of a degraded soil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 4, p. 388-393, 2015.

BORDINO, L. F.; NETO, M. J.; BLINY, R. C. B. Levantamento florístico de um fragmento de cerrado em recuperação no Distrito Industrial de Três Lagoas-ms. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, Três Lagoas, v. 6, n.1, p. 45-55, 2018.

BERTONI, J.; PASTANA, F. I.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI Jr., R. **Conclusões gerais das pesquisas sobre conservação do solo no Instituto Agrônomo**. Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 1972. 56 p. (Circular, 20)

BROWN, S.; LUGO, A. E. Rehabilitation of tropical lands: a key to sustaining development. **Restoration Ecology**, Tucson, v. 2, p. 97-111, 1994.

CALGARO, H. F.; CASSIOLATO, A. M. R.; VALÉRIO FILHO, W. V.; FERNANDES, F. M.; MALTONI, K. L. Resíduos orgânicos como recondicionante de subsolo degradado e efeitos na atividade microbiana e fertilidade em cultivo de barbatimão. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1069-1079, 2008.

CAMPOS, F. S.; ALVES, M. C. Resistência à penetração de um solo em recuperação sob sistemas agrosilvopastoris. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, p. 759-764, 2006.

CARPANEZZI, A. A.; COSTA, L. G. S.; KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. A. Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: observações de laboratórios naturais In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, **Anais [...]** Campos de Jordão, Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. p. 216-21.

CAVA, M. G. B.; ISERNHAGEN, I.; MENDONÇA, A. H.; DURIGAN, G. Comparação de técnicas para restauração da vegetação lenhosa de Cerrado em pastagens abandonadas. **Hoehnea**, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 301-315, 2016.

CHADA, S. S.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. Sucessão vegetal em uma encosta reflorestada com leguminosas arbóreas em Angra dos Reis, RJ. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, p. 801-809, 2004.

COSTA, M. G.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; ZAIA, F. C.; GAMA-RODRIGUES, E. F. Leguminosas arbóreas para recuperação de áreas degradadas com pastagem em Conceição de Macabu, Rio de Janeiro, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 101, p. 101-123, 2014.

COSTA, V.L.; MARIA, I. C.; CAMARGO, O. A.; GREGO, C. R.; MELO, L. C. A. Spatial distribution of phosphorus in an Oxisol amended with sewage sludge and mineral fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 3, p. 287-293, 2014.

DARRONCO, C. **Atributos funcionais de espécies arbóreas e a facilitação da regeneração natural em plantios de mata ciliar**. 2013. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, 2013.

DAVIDSON, E. A.; CARVALHO, C. J. R.; FIGUEIRA, A. M.; ISHIDA, F. Y.; OMETTO, J. P. H. B.; NARDOTO, G. B.; SABÁ, R. T.; HAYASHI, S. N.; LEAL, E. C.; VIERIA, I. C. G., MARTINELLI, L. A. Recuperation of nitrogen cycling in Amazonian forest following agricultural abandonment. **Nature**, London, v. 447, p. 995–998, 2007.

DEGRANDI, L. **Monitoramento de projeto de restauração de cerrado na estação experimental de Mogi-Guaçu**. 2017. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) - Universidade de São Paulo, Escola Superior De Agricultura “Luiz De Queiroz”, Piracicaba, 2017.

DIAS, L. E.; FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C. Dinâmica da matéria orgânica e de nutrientes em solo degradado pela extração de bauxita e cultivado com *Eucalyptus pellita* e *Acacia mangium*. In. CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2., 1994. **Anais** [...] Foz do Iguaçu, 1994. CD-ROM.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; CORREIA, M. E. F.; ROCHA, G. P.; MOREIRA, J. F.; RODRIGUES, K. M.; FRANCO, A. A. Árvores fixadoras de nitrogênio e macrofauna do solo em pastagem de híbrido de Digitaria. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 6, p. 1015-1021, 2006.

DINESH, R.; SURYANARAYANA, M. A.; GHOSHAL CHAUDHURI, S.; SHEEJA, T. E. Long-term influence of leguminous cover crops on the biochemical properties of a sandy clay loam Fluventic Sulfaquent in a humid tropical region of India. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 77, p. 69-77, 2004.

DURIGAN, G. Uso de indicadores para monitoramento de áreas em recuperação. In: UEHARA, T. H. K.; GANDARA, F. B. (org). **Cadernos da Mata Ciliar**. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, Monitoramento de áreas em recuperação, 2011. p. 13-41.

FANG, W.; PENG, S.L. Development of species diversity in the restoration process of establishing a tropical manmade forest ecosystem in China. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 99, p. 185-196. 1997.

FERNANDES, F. E. P. **Espaçamento de plantio de eucalipto e leguminosas para sub-bosque em sistemas agroflorestais**. 2010. 74 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência Agropecuária**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FERREIRA, W. C.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Avaliação do crescimento do estrato arbóreo de área degradada revegetada à margem do Rio Grande, na Usina Hidrelétrica de Camargos, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, p. 177-185, 2007.

FERREIRA, W.C.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R.; FERREIRA, D.F. Regeneração natural como indicador de recuperação de área degradada a jusante da Usina Hidrelétrica de Camargos, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, p. 651-660. 2010.

FONSECA, M. B.; FRANCA, M. G. C.; ZONTA, E.; GIORNI, V. Crescimento inicial de *Dimorphandra wilsonii* (Fabaceae - Caesalpinioideae) em diferentes condições de fertilidade em solo de cerrado. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 24, n. 2, p. 322-327, 2010.

FRANCO, A. A.; DÖBEREINER, J. A biologia do solo e a sustentabilidade dos solos tropicais. **Summa Phytopathologica**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 68-74, 1994.

GATTO, A.; BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F.; SILVA, I. R.; LEITE, H. G.; LEITE, F. P.; VILLANI, E. M. A. Estoques de carbono no solo e na biomassa em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, p. 1069-1079, 2010.

GODOI, E.; BORGES, J.; LEANDRO, W. Índices de cobertura vegetal e fitomassa de *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão em área degradada, fertilizada com adubo mineral e bio sólido. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 1, p. 21-26, 2008.

GUARIGUATA, M. R.; OSTERTAG, R. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 148, p. 185-206, 2001.

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**, Viçosa, MG, v.32, p. 405-416, 2008.

KUMAR, A.; BAHADUR, I.; MAURYA, B. R.; RAGHUWANSHI, R.; MEENA, V. S.; SINGH, D. K.; DIXIT, J. Does a Plant Growth Promoting Rhizobacteria Enhance Agricultural Sustainability? **Journal of Pure and Applied Microbiology**, Shahjahanabad, v. 9, n. 1, p. 715-724, 2015.

LIMA, P. A. F.; ALBUQUERQUE, L. B.; MALAQUIAS, J. V.; GATTO, A.; AQUINO, F. G. Eficiência de regenerantes como indicador de restauração ecológica no Cerrado, Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 39, n. 3, p. 437-446, 2016.

MACHADO, D. F. T.; CONFESSOR, J. G.; RODRIGUES, S. C. Processo inicial de recuperação de área degradada a partir de intervenções físicas e utilização de leguminosas. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 24, n. 1, p. 42-54, jun. 2014.

MACHADO, K. S.; MALTONI, K. L.; SANTOS, C. M.; CASSIOLATO, A. M. R. Resíduos orgânicos e fósforo como condicionantes de solo degradado e efeitos sobre o crescimento inicial de *Dipteryx alata* Vog. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, p. 541-52, 2014.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.

MANTOVANI, W; MARTINS, F. R. Florística do Cerrado na reserva biológica de Moji Guaçu, SP. **Acta Botânica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 7, n. 1, p. 33-60. 1993.

MARIN, V. A.; BALDANI, V. L. D.; TEIXEIRA, K. R. dos S.; BALDANI, J. I. **Fixação biológica de nitrogênio: Bactérias fixadoras de nitrogênio de importância para a agricultura tropical**. Seropédica: EMBRAPA-CNPAB, 1999. 24 p.

MARTINS, C. R.; LEITE, L. L.; HARIDASAN, M. Recuperação de uma área degradada pela mineração de cascalho com uso de gramíneas nativas. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 2, n. 25, p. 157-166, 2001.

MARTINS, C. R.; MIRANDA, J. C. C.; MIRANDA, L. N. Contribuição de fungos micorrízicos arbusculares nativos no estabelecimento de *Aristida setifolia* Kunth em áreas degradadas do cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 4, p. 665-674, 1999.

MARTUSCELLO, J. A.; OLIVEIRA, A. B.; CUNHA, D. N. F. V.; AMORIM, P. L.; DANTAS, P. A. L.; LIMA, D. A. Produção de biomassa e morfogênese do capim-braquiária cultivado sob doses de nitrogênio ou consorciado com leguminosas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 12, n. 4, 2011.

MEHLICH, A. Mehlich 3 soil test extractant: A modification of Mehlich 2 extractant. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, London, v. 15, p. 1.409-1.416, 1984.

MELO, A. C. G.; DURIGAN, G. Evolução estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no Médio Vale do Paranapanema. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 7, p. 101-111, 2007.

MELO, A. C. G.; MIRANDA, D. L. C.; DURIGAN, G. Cobertura de copas como indicador de desenvolvimento estrutural de reflorestamento de restauração de matas ciliares no médio vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 321-328, 2007.

MEWS, H. A.; MARIMON, B. S.; MARACAHIPES, L.; FRANZAK, D. D.; MARIMON-JUNIOR, B. H. Dinâmica da comunidade lenhosa de um Cerrado Típico na região Nordeste do Estado de Mato Grosso, Brasil. **Biota Neotropical**, Campinas, v. 11, n. 1, p.73-82, 2011.

MIRANDA-NETO, A., MARTINS, S. V.; SILVA, K. A.; GLERIANI, J. M. Florística e estrutura do estrato arbustivo arbóreo de uma floresta restaurada de 40 anos, Viçosa, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 36, p. 869-878, 2012.

MIYASAKA, S.; GALLO, J. R.; SILVA, J. G. Histórico de estudos de adubação verde, leguminosas viáveis e suas características. In: **Adubação verde no Brasil**. Campinas: Fundação Cargil, 1984. p. 64- 124.

MIZOBATA, K. K. G. S. **Alterações de atributos físicos de subsolo revegetado e condicionado com resíduos, para recuperação de ambiente degradado no cerrado**. 2017. 107 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira, 2017.

MODESTO, P. T.; SCABORA, M. H.; COLODRO, G.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R. Alterations in some properties of a degraded oxisol by sewage sludge and organic residue application. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Lavras, v. 22, n. 1, p. 1489-1498, 2009.

MORAES, L. F. D. **Indicadores da restauração de áreas degradadas na Reserva Biológica de Poços das Antas – RJ**. 2006. 111 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia, Seropédica, 2006.

MOREIRA, A. G.; KLINK, C. A. Biomass allocation and growth of tree seedlings from two contrasting Brazilian savannas. **Ecotropicos**, Mérida, v. 13, n. 1, p. 43-51, 2000.

NASCIMENTO, J. T.; SILVA, I. F.; SANTIAGO, R. D.; SILVA NETO, L. F. Efeito de leguminosas nos atributos físicos e carbono orgânico de um Luvissole. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Lavras, v. 29, p. 825-831, 2005.

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

PAULILO, M. T. S.; FELIPPE, G. M. Growth of the shrub-tree flora of the Brazilian cerrados: a review. **Tropical Ecology**, Amsterdam, v. 39, p. 165-174, 1998.

PATRÍCIO, R. L. **Avaliação de métodos de revegetação de áreas degradadas utilizados na mineração de níquel em Niquelândia Goiás**. 2009. 40 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental) - Universidade Católica de Brasília, Brasília, DF, 2009.

PINHEIRO, E. S.; DURIGAN, G. Diferenças florísticas e estruturais entre fitofisionomias do cerrado em Assis, SP, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 36, n. 1, p. 181-193, 2012.

PINTO, F. A.; SOUSA, E. D.; PAULINO, H. B.; CURI, N.; CARNEIRO, M. A. C. P-sorption and desorption in Savanna Brazilian soils as a support for phosphorus fertilizer management. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, vol. 37, n. 6, p. 521-530, 2013.

RAIJ, B. VAN. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Editora Agronômica Ceres, 1991. 343 p.

REIS A.; KAGEYAMA P. Y. Restauração de áreas degradadas utilizando interação interespecíficas. In: Kageyama, P. Y.; Oliveira, R. E.; Moraes, L. F. D.; V.L. Engel, V. L.; Gandara, F. B. (orgs.). **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, 2003. p. 90-110.

REIS, T. H. P. **Dinâmica e disponibilidade de Fósforo em solos cultivados com café em produção**. 2009. 114 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2009.

RESENDE, A. S.; CHAER, G. M.; CAMPELLO, E. F. C.; SILVA, A. P.; LIMA, K. D. R.; CURCIO, G. R. Uso de leguminosas arbóreas na recuperação de áreas degradadas. In: Tópicos em Ciências do Solo, Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciências do Solo**, Lavras, v. 8, p. 71-92, 2013.

RIBEIRO, L. F.; HOLANDA, F. S. R.; ARAÚJO FILHO, R. N. Revegetação das margens do Rio Paramopama utilizando técnica de bioengenharia de solos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 2, p. 31-40, 2013.

RODRIGUES, G. B.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R. Dinâmica da regeneração do subsolo de áreas degradadas dentro do bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, p. 73-80, 2007.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. (Eds.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, MG: Editora UFV, 1998. p. 203-215.

ROVEDDER, A. P. M.; ELTZ, F. L. F. Revegetação com plantas de cobertura em solos arenizados sob erosão eólica no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 315-321, 2008.

SANTOS, A. A.; AGUSTINI, J. A.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R. Addition of waste and introduction of microorganisms after 45 years of soil degradation. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 49, n. 3, p. 363-370, 2018.

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. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v. 25, n. 4, p. 1063-1071, 2001.

SANTOS, F. F. M.; MELO, A.C.G.; DURIGAN, G. Regeneração natural sob diferentes modelos de plantio de mata ciliar em região de cerrado no município de Assis, SP. **IF Série Registros**, São Paulo, n. 31, p. 225-228, 2007.

SÃO PAULO. Resolução SMA Nº 32, de 03 de abril de 2014, estabelece as orientações, diretrizes e critérios sobre restauração ecológica no Estado de São Paulo, e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, Meio Ambiente, 2014.

SÃO PAULO. Portaria CBRN Nº 01, de 17 de janeiro de 2015, estabelece o protocolo de Monitoramento de Projetos de Restauração Ecológica. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, Meio Ambiente, 2015.

SER. SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL SCIENCE & POLICY WORKING GROUP. **The SER International Primer on Ecological Restoration**. Tucson: Society For Ecological Restoration. 2nd., 2004. 13 p.

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

SILVA, L. C. R.; CORRÊA, R. S. Evolução da qualidade do substrato de uma área minerada no cerrado revegetada com *Stylosanthes* spp. **Revista Brasileira de Engenharia e Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 8, 2010.

SILVEIRA, E. R.; DURIGAN, G. Recuperação de matas ciliares: estrutura da floresta e regeneração natural aos 10 anos em diferentes modelos de plantio na Fazenda Canaçu, Tarumã, SP. In: BÔAS, O. V.; DURIGAN, G. (org.). **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no Oeste Paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão**. São Paulo: Páginas e Letras, 2004. p. 347-370.

SOUZA, F. M.; BATISTA, J. L. F. Restoration of seasonal Semideciduous Forests in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 191, p. 185-200, 2004.

VAN DER PIJL, L. **Principles of dispersal in higher plants**. 3. ed. New York: Springer Verlag, 1982. 171 p.

VIANI, R. A. G.; RODRIGUES, R. R. Impacto da remoção de plântulas sobre a estrutura da comunidade de regenerante de Floresta Estacional Semidecidual. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 22, n. 4, p. 1015-1026, 2008.

VITOUSEK, P. M.; MATSON, P. A. Mechanisms of nitrogen retention in forest ecosystems: a field experiment. **Science**, Washington, v. 225, n. 4657, p. 51-52, 1984.

ZANELLI, C. B. **Florística e fotossociologia da comunidade lenhosa no sub-bosque de um cerrado em Assis, SP**. 2013. 57 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, 2013.

ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N. ; GROF, B. ; ANDRADE, C. M. S.; FERNANDES, C. D.; PEREIRA, F. A. R.; QUEIROZ, H. P.; PURCINO, H. M. A.; VERZIGNASSI, J. R.; COSTA, J. A. A.; SOBRINHO, J. M.; SILVA, J. M.; VALÉRIO, J. R.; VALLE, L. C. S.; MACEDO, M. C. M.; CHARCHAR, M. S. D; NASCIMENTO, M. S. B.; SILVA, M. P.; RESENDE, R. M. S; MARIA SHUNKE, R. M. Cultivo e uso do estilosantes-campo-grande. *In: Comunicado Técnico nº 105*, Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 2007. 11p.

ZUANY, L. V.; PRATES, E. M. B.; FRANCO, M. P. M.; GALHARDO, I. C.; ALBUQUERQUE, R. W.; CARVALHO, S. M. F. Levantamento Florístico de uma área de Cerrado da Universidade de Brasília. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 801-803, 2007.