UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI – UFVJM

IZABEL CRISTINA MARQUES

USO DE COMPOSTO ORGÂNICO E ESPÉCIES DO CERRADO NA REVEGETAÇÃO DE ÁREA REMANESCENTE DA EXTRAÇÃO DE CASCALHO EM DIAMANTINA - MG

DIAMANTINA, MG

2012

IZABEL CRISTINA MARQUES

USO DE COMPOSTO ORGÂNICO E ESPÉCIES DO CERRADO NA REVEGETAÇÃO DE ÁREA REMANESCENTE DA EXTRAÇÃO DE CASCALHO EM DIAMANTINA - MG

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Sirito Senso* da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri- UFVJM, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Israel Marinho Pereira

DIAMANTINA – MG

2012

Ficha Catalográfica - Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecária Viviane Pedrosa
CRB6-2641

M357u 2012	Marques, Izabel Cristina Uso de composto orgânico e espécies do cerrado na revegetação de área remanescente da extração de cascalho em Diamantina - MG. – Diamantina: UFVJM, 2012. 99f. Orientador: Israel Marinho Pereira Coorientador: Miranda Tinton Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. 1. Extração de cascalho 2. Área degradada 3. Degradação do solo 4. Revegetação 5. Resíduo orgânico I. Título. **CDD 634.9**

USO DE COMPOSTO ORGÂNICO E ESPECIES DO CERRADO NA REVEGETAÇÃO DE ÁREA REMANESCENTE DA EXTRAÇÃO DE CASCALHO EM DIAMANTINA - MG

Izabel Cristina Marques

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Sirito Senso* da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri- UFVJM, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Florestal.

APROVADA EM 31 /07 /2012

Prof. Dr. Luiz Eduardo Dias – UFV

Prof[a]. Dr[a]. Miranda Tinton – UFVJM

Prof. Dr. Paulo Henrique Grazziotti – UFVJM

Prof. Dr. Márcio Leles Romarco Oliveira – UFVJM

Prof. Dr. Israel Marinho Pereira - UFVJM

DIAMANTINA – MG

2012

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, pela força, pela luz e poder de superação que me fez chegar onde hoje estou. A minha família especialmente meu pai Pedro Donizete Marques, minha mãe Elza Maria da Conceição Marques e minha irmã Leila Marques que me apoiaram mesmo passando por um dos momentos mais difíceis de nossas vidas, sempre estiveram ao meu lado. A Escola Estadual Cônego Figueiró pelo ensino de base. A Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) e todos os funcionários desta instituição. Aos professores do Departamento de Engenharia Florestal da UFVJM por me formarem como profissional, sobretudo aqueles que não se limitaram a isso e também me ajudaram a crescer quanto ser humano. Em especial, aos professores do projeto "Desenvolvimento de tecnologias para Produção Sustentada de três espécies do Cerrado para o Alto Jequitinhonha", que me influenciou a seguir esse caminho e me fizeram acreditar em mim mesma. Ao meu Orientador Israel Marinho Pereira pela orientação, amizade e confiança. A todos os alunos da graduação que me ajudaram nos trabalhos de campo, especialmente aqueles que foram até o fim Rodrigo Lara, David, Vitor, Luiz Gustavo e Paula. Aos técnicos de laboratório Breno e Xavier, ao Eng. Agrônomo Múcio, aos Eng. Florestais Auwdréia e Thiago Otoni, a Bióloga Priscila e aos funcionários do Centro Integrado e Propagação de Espécies Florestais (CIPERF) pela ajuda nos trabalhos, análises e pela amizade. Ao Instituto Estadual de Florestas (IEF) do estado de Minas Gerais sede de Diamantina, Sr. Edmar principalmente, pelo auxilio no andamento dos trabalhos no Parque Estadual do Biribiri. Ao apoio financeiro CAPES/CNPq com a bolsa de pós-graduação. A República Dominicana Aila e Tamires e a nova geração Luise, Lara e Sandra pela acolhida, amizade, força e irmandade. A minha gratidão a Sandrinha e a Turma do Mestrado do clube da Luluzinha e do Bolinha que se tornaram amigos por toda minha vida e me guiaram em momentos que pensava que jamais conseguiria superar. E por fim agradeço a todos que direto ou indiretamente, perto ou de longe, por vontade ou contrariados me ajudaram no caminho até aqui.

Muito obrigada!

RESUMO

MARQUES, Izabel Cristina. **Uso de composto orgânico e espécies do cerrado na revegetação de área remanescente da extração de cascalho em Diamantina - MG** Diamantina: UFVJM, 2012. 116p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal).

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do uso de composto orgânico de indústria de fiação e tecelagem sobre a qualidade do substrato e crescimento de espécies arbóreas do cerrado em uma cascalheira no município de Diamantina, MG. A dissertação foi estruturada em quatro capítulos. O primeiro refere-se à revisão bibliográfica visando o entendimento dos conceitos que foram abordados no estudo. No segundo capitulo, a influência do composto no substrato foi avaliada por meio das alterações nos atributos químicos (pH, matéria orgânica (MO), soma de bases (SB), CTC, saturação por bases (V), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), acidez trocável (Al^{3+}), acidez potencial (H + Al) e saturação por alumínio (m)) e físicos (resistência mecânica a penetração (Rp) e granulometria) do substrato. Foi avaliada também a atividade microbiana: carbono da biomassa microbiana (CBM) respiração microbiana ($C\text{-}CO_2$) e quociente metabólico (qCO_2) após aplicação de cinco tratamentos: sem aplicação de composto orgânico e diferentes concentrações 0,0; 4,5; 9,0; 18,0 e 36,0 g dm^{-3} por cova. O delineamento foi sistemático tipo "leque" sendo os tratamentos dispostos em três blocos casualizados. A adição do composto proporcionou o aumento nos valores de pH, MO, SB, CTC, V e nutrientes (P, K, Ca^{2+} e Mg^{2+}) e promoveu a redução de Al^{3+}, H + Al e m. O substrato minerado apresentou valores elevados de Rp indicando a compactação na área degradada pela extração de cascalho, mesmo após a aplicação do composto. A adição de doses crescentes do composto promoveu o aumento significativo de CBM e $C\text{-}CO_2$ ao substrato minerado. O maior valor de qCO_2 indicou eficiência da biomassa microbiana com a incorporação das menores doses do composto ao substrato quando comparado ao controle. O terceiro capítulo refere-se ao estudo do crescimento das espécies nativas *Kielmeyera lathrophyton* Saddi (Pau santo), *Plathymenia reticulata* Benth (Vinhático), *Dalbergia miscolobium* Benth (Jacarandá do cerrado) e *Bowdichia virgilioides* Kunth (Sucupira-preta) plantadas em delineamento sistemático tipo "leque" submetidas a cinco tratamentos: sem aplicação de composto orgânico e diferentes doses de composto 0,0; 4,5; 9,0; 18,0 e 36,0 g dm^{-3} por cova dispostos em três blocos casualizados. Após 12 meses, verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos para sobrevivência e incremento em altura, diâmetro e cobertura de copa para cada espécie. Ainda, de forma preliminar foi possível determinar que a adição de 4,5 g dm^{-3} de composto na cova proporcionou maiores valores de incremento em altura, diâmetro e cobertura de copa para *Plathymenia reticulata* e *Bowdichia virgilioides*. No quarto capítulo, foi realizado o plantio em linha de *Chamaecrista debilis* submetida a quatro tratamentos, 0,0; 30,0; 60,0 e 120,0 g dm^{-3} de composto como adubo por cova, dispostos em três blocos casualizados. Os resultados indicaram que não houve diferença significativa entre as doses de composto aplicado para incremento em altura, diâmetro e cobertura de copa. O maior valor de incremento em altura e cobertura de copa ocorreu sem a adição de composto de resíduo orgânico de indústria de fiação e tecelagem e para diâmetro com a aplicação de 60,0 g dm^{-3}, no entanto, é necessária a realização de avaliações futuras. A taxa de sobrevivência apresentou decréscimo significativo com a aplicação das maiores dosagens de composto orgânico. A espécie *Chamaecrista debilis* apresentou características importantes para recuperação de área degradada, como rápido crescimento e produção de biomassa.

ABSTRACT

MARQUES, Izabel Cristina. I use of organic compound and species of the thicket in the revegetação of remaining area of the gravel extraction in Diamantina - MG Diamantina: UFVJM, 2012. 97p. (Dissertation - Master's degree in Forest Science).

The objective of the work was to evaluate the effect of the use of composed of organic residue spinning industry and weaving on the quality of the substratum and growth of arboreal species of the thicket in a gravol-pit in the municipality of Diamantina, MG. The dissertation was structured in four chapters. Being the first, regarding the bibliographical revision seeking the understanding of the concepts and theoretical questions of what was borded in the study. In the second I chapter, the influence of the compound in the substratum was evaluated through the alterations in the chemical attributes (pH, organic matter (MO), sum of bases (SB), CTC, saturation for bases (V), match (P), potassium (K), calcium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), exchangeable acidity (Al^{3+}), potential acidity (H + Al) and saturation for aluminum (m)) and physical (mechanical resistance the penetration (Rp) and texture) of the substratum. As well as in the microbial activity of the same: carbon of the microbial biomass (CBM) microbial breathing (C-CO_2) and metabolic quotient (qCO_2) after application of five treatments: without application of organic composition and different concentrations 0; 4,5; 9,0; 18,0 and 36,0 g dm^{-3} for hole. The delineation was systematic type "fan" being the treatments disposed in three blocks unexpected. The addition of the compound stimulated the increase in the pH values, MO, SB, CTC, V and nutritious (P, K, Ca^{2+} and Mg^{2+}) and it promoted the reduction of Al^{3+}, H + Al and m. The mined substratum presented high values of Rp indicating the compactation in the area degraded by the gravel extraction, even after the application of the composed. The addition of growing doses of the compound promoted the significant increase of CBM and C-CO_2 to the mined substratum. The largest qCO_2 value indicated efficiency of the microbial biomass with the incorporation of the smallest dosages of the compound to the substratum when compared to the control. The third chapter, refers to the study of the growth of the native species *Kielmeyera lathrophyton* Saddi (sacred Wood), *Plathymenia reticulata* Benth (Vinhático), *Dalbergia miscolobium* Benth (Jacaranda of the Thicket) and *Bowdichia virgilioides* Kunth (Sucupira-black) planted in delineation systematic type " fan " submitted to five treatments: without application of organic composition and different doses of compound 0,0; 4,5; 9,0; 18,0 and 36,0 g dm-3 for hole disposed in three blocks unexpected. After 12 months, it was verified that there was not significant difference among the treatments for survival and increment in height, diameter and top covering for each species. Still, in a preliminary way it was possible to determine that the addition of 45 g dm^{-3} of compound of organic residue of textile industry in the hole stimulated larger increment values in height, diameter and top covering for *Plathymenia reticulata* and *Bowdichia virgilioides*. In the fourth chapter, the planting was made in line of *Chamaecrista debilis* submitted to four treatments, 0,0; 30,0; 60,0 and 120,0 g dm^{-3} compound dm^{-3} as fertilizer for hole, disposed in three blocks inexpected. The results indicated that there was not significant difference among compound applied for increment in height and diameter. The largest increment value in height and diameter happened without the addition and with the application of 60,0 g dm^{-3} of compound of organic residue of textile industry, however it is necessary the accomplishment of future evaluations. The survival rate presented significant decrease with the application of the largest doses of organic compund. The species *Chamaecrista debilis* presented important characteristics for recovery of degraded area, as fast growth and biomass production.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2 **Pág.**

FIGURA 1 Visão aérea da área de empréstimo**,** localizada no PEB, Diamantina-MG..... 36

FIGURA 2 Esquema representativo do bloco em delineamento sistemático tipo "leque", em uma cascalheira no PEB..... 39

FIGURA 3 Atributos químicos no substrato degradado pela extração de cascalho, em resposta a doses crescentes de composto de resíduos orgânico da indústria de fiação e tecelagem nas profundidades de 0- 20 e 20-40 cm..... 47

FIGURA 4 Resistência mecânica a penetração do substrato minerado após 12 meses, independente da aplicação do composto e com aplicação de doses crescentes de composto orgânico, em uma área degradada pela extração de cascalho, no PEB em Diamantina- MG..... 49

FIGURA 5 Curva dos atributos microbiológicos no substrato degradado pela extração de cascalho, em resposta a aplicação de doses crescentes de composto de resíduos orgânico da indústria de fiação e tecelagem..... 52

CAPÍTULO 3

FIGURA 1 Precipitação e temperaturas médias mensais registradas pelo Instituto Nacional de Metereologia (INMET) para cidade de Diamantina – MG, no período de janeiro de 2011 a abril de 2012..... 66

FIGURA 2 Percentagem de sobrevivência (%) das mudas de *Kielmeyera lathrophyton* Saddi; *Plathymenia reticulata* Benth*; Dalbergia miscolobium* Benth e *Bowdichia virgilioides* Kunth**,** após 12 meses de plantio sob diferentes doses 69

de composto orgânico.....

FIGURA 3 Incremento em Altura (cm), diâmetro (mm) e cobertura de copa (cm²) para *Plathymenea reticulata* Benth e *Bowdichia virgilioides* Kunth após 12 meses de plantio sob diferentes doses de composto de resíduo orgânico de indústria de fiação e tecelagem..... 73

CAPÍTULO 4 Pág.

FIGURA 1 Croqui do experimento em campo com plantio de mudas de *Chamaecrista debilis* (Vogel) Irwin & Barneby, sob diferentes dosagens de composto orgânico: T1= 0,0 litros de composto orgânico, T2= 1,0 litro de composto orgânico, T3= 2,0 litros de composto orgânico e T4= 4,0 litros de composto orgânico..... 85

FIGURA 2 Curva de sobrevivência de mudas de *Chamaecrista debilis* (Vogel) Irwin & Barneby, em resposta a aplicação de doses crescentes de composto de resíduos orgânico de indústria de fiação e tecelagem, em plantio de recuperação em uma cascalheira no PEB em Diamantina-MG..... 88

FIGURA 3 Incremento em Altura (A), diâmetro (B) e cobertura de copa (C) após 12 meses de plantio de *Chamaecrista debilis* (Vogel) Irwin & Barneby sob diferentes doses de composto de resíduo orgânico de indústria de fiação e tecelagem, em uma cascalheira no PEB, Diamantina- MG..... 89

LISTA DE QUADROS E TABELAS

CAPÍTULO 2 Pág.

TABELA 1 Caracterização química do composto orgânico de resíduos da indústria de fiação e tecelagem de Diamantina e Gouveia – MG..... 38

TABELA 2 Valores médios dos atributos químicos do substrato minerado após 12 meses da aplicação de diferentes doses de composto de resíduos orgânico da indústria de fiação e tecelagem, em uma cascalheira no PEB em Diamantina- MG..... 43

TABELA 3 Valores médios para Carbono da biomassa microbiana (CBM), respiração microbiana (C-CO_2) e quociente metabólico (qCO_2) com a aplicação de diferentes doses de composto de resíduo orgânico de industria de fiação e tecelagem ao substrato minerado..... 50

CAPÍTULO 3 Pág.

QUADRO 1 Espécies nativas do Bioma Cerrado, utilizadas no plantio de mudas em uma área degradada pela extração de cascalho no PEB, em Diamantina-MG..... 64

CAPÍTULO 4 Pág.

TABELA 1 Caracterização química do substrato com a aplicação de doses de composto orgânico de resíduo de indústria têxtil, após 12 meses de plantio de *Chamaecrista debilis,* em uma cascalheira no PEB em Diamantina-MG..... 86

SUMÁRIO

Pág.

RESUMO…… i
ABSTRACT…… ii
LISTA DE FIGURAS……..... iii
LISTA DE QUADROS E TABELAS……..... vi

INTRODUÇÃO GERAL..... 1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 2
CAPÍTULO 1

1 - REVISÃO DE LITERATURA……. 3
1.1 - Bioma Cerrado…….. 3
1.1.1 - Ocupação do Cerrado ……..... 4
1.2 - O Processo de Degradação ……..... 4
1.2.1 - Degradação do solo…… 5
1.2.2 - Atividade de mineração para extração de cascalho……..... 6
1.2.3 - Resíduos Sólidos Industriais ……..... 7
1.2.3.1 - Tratamento de resíduos sólidos pela compostagem…… 10
1.4- Recuperação de área degradada……..... 11
1.5- Regeneração artificial (Plantio de mudas)……..... 13
1.5.1 - Espécies em estudo..... 15
1.5.2 - Uso de espécies da família Fabaceae no plantio..... 16
1.6 - Adubação orgânica..... 19
1.7 – Modelo de plantio em delineamento sistemático tipo "leque"..... 20
2.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 21
CAPÍTULO 2
RESUMO…… 32
ABSTRACT…… 33
1 - INTRODUÇÃO……. 34
2 - MATERIAIS E MÉTODOS…… 35
2.1 - Caracterização da área……. 35
2.2 - Caracterização do composto orgânico…… 37
2.3 - Delineamento experimental…… 38
2.4 – Implantação..... 39
2.5 - Caracterização do substrato……. 40
2.5.1 - Análise química……..... 40
2.5.2 - Análise física……..... 40
2.5.3 - Análise microbiana……..... 41
2.6 - Análise dos dados..... 42
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO……. 42
3.1 - Análise química……... 42
3.2 - Granulometria e Resistência mecânica a penetração……..... 48
3.3 - Análise microbiana……..... 49
4 - CONCLUSÕES…… 52

5- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS……. 53
ANEXOS……. 58

CAPÍTULO 3

RESUMO…… 60
ABSTRACT…… 61
1 - INTRODUÇÃO……. 62
2 - MATERIAIS E MÉTODOS…… 63
2.1 - Caracterização da área……. 63
2.2 - Caracterização do composto orgânico……. 63
2.3 - Caracterizações do experimento…….. 64
2.3.1- Escolha das espécies…….. 64
2.3.2 - Produção de mudas……... 64
2.3.3 - Delineamento experimental…….. 65
2.3.4 – Implantação..... 65
2.3.5 - Tratos silviculturais……... 65
2.3.6 - Coleta e análise de dados……..... 65
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO……. 67
3.1 - Sobrevivência……... 67
3.2 - Crescimento Inicial…….. 71
4 - CONCLUSÕES……. 75
5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS…… 75
ANEXOS..... 80

CAPÍTULO 4

RESUMO……. 81
ABSTRACT……. 81
1 - INTRODUÇÃO…….. 83
2 - MATERIAIS E MÉTODOS……. 84
2.1 - Caracterização da área de estudo…….. 84
2.2 - Caracterizações do composto orgânico……. 84
2.3 - Produção de mudas……... 84
2.4 - Delineamento experimental…….. 84
2.5 - Tratos Silviculturais…….. 85
2.6 - Coleta e análise de dados…….. 85

2.7 - Análise do substrato..... 85
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO…….. 87
3.1 - Sobrevivência……..... 89
3.2 - Crescimento inicial……... 88
4 - CONCLUSÕES…….. 92
5 - REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS……. 92
ANEXO..... 98
CONCLUSÃO GERAL..... 99

INTRODUÇÃO GERAL

O bioma cerrado encontra-se em processo acelerado de degradação. Dentre as atividades antrópicas que contribuem para degradação, destaca-se a atividade de mineração de cascalho que promove além da supressão da vegetação, a degradação do solo, dificultando a auto-regeneração local, e tornando a recuperação um desafio.

Nas últimas décadas, tem-se constatado uma intensa busca dos órgãos ambientais, instituições de pesquisa e diversos segmentos da sociedade por formas alternativas e ecologicamente corretas, para evitar impactos negativos no ambiente pelas ações antrópicas (DUARTE et al., 2011) e no aprimoramento de técnicas de recuperação que visem menor tempo e baixo custo. No entanto, a recuperação do ecossistema degradado é muito complexa, porque depende dentre outros fatores, da forma e intensidade de degradação, dos mecanismos de resiliência, devendo ser avaliado caso a caso.

Uma das técnicas mais utilizada na recuperação de áreas mineradas é a regeneração artificial por meio do plantio de mudas de espécies nativas. A escolha das espécies a serem utilizadas e o modelo de plantio devem ser considerados fatores importantes na aplicação dessa técnica. As espécies da família Fabaceae (Leguminosae) apresentam características desejáveis para uso em projetos de recuperação, como crescimento rápido, adaptação a ambientes alterados e em sua maioria possui associação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico.

As informações a respeito da adubação das espécies nativas do cerrado ainda são incipientes e a literatura sobre a experimentação dessas espécies para recuperação de áreas mineradas é bastante escassa (HANRIDAN et al., 1997; MUNDIM, 2005).

Resíduos orgânicos sólidos provenientes da atividade industrial tratados pela compostagem podem servir como fonte de matéria orgânica para o substrato se tratando de uma adubação de baixo custo, que promove a melhoria das características físicas e químicas e disponibiliza nutrientes para as plantas, tornando o local propício a regevetação. A utilização deste composto como fertilizante orgânico torna uma alternativa para disposição final de resíduos contribuindo para a sustentabilidade dos ecossistemas no âmbito social e ambiental.

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso do composto orgânico de resíduo da indústria de fiação e tecelagem como fonte de nutrientes para espécies nativas do Cerrado em plantios de revegetação e, para recuperação do substrato minerado em área remanescente da extração de cascalho em Diamantina-MG.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DUARTE, R. F.; SAMPAIO, R. A.; BRANDÃO JUNIOR, D. S.; SILVA, H. P. PARREIRAS, N. S.; NEVES, J. M. G. Crescimento inicial de mudas de *Acacia mangium* cultivadas em mantas de fibra de coco contendo substrato de lodo de esgoto. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.35, n.1, p.69-76, 2011.

HARIDASAN, M.; PINHEIRO, A. A. M. C.; TORRES, F. R. R. **Resposta de algumas espécies do estrato rasteiro de um cerrado à calagem e à adubação.** *In:* Leite, L. L.; SAITO, C. H. Contribuição ao conhecimento ecológico do cerrado. Universidade de Brasília, Brasilia-DF, p. 87-91, 1997.

MUNDIM, T. G. **Avaliação de espécies nativas usadas na revegetaçao de áreas degradadas no cerrado.** Trabalho final de curso apresentado a Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília ao Departamento de Enganharia Florestal, Brasília, DF, 100 p. 2005.

CAPÍTULO 1

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Bioma Cerrado

Os biomas são sistemas em que o solo, o clima, o relevo, a fauna e demais elementos da natureza interagem entre si formando tipos semelhantes de cobertura vegetal. Em escala planetária, são unidades que evidenciam grande homogeneidade na natureza de seus elementos (BATISTA, 2009).

O termo cerrado é uma palavra de origem espanhola que significa "fechado" e tenta traduzir a característica geral da vegetação arbustivo - herbácea densa que ocorre nessa formação (FERREIRA, 2004). Segundo Mariot et al. (2005) é o nome regional dado às savanas brasileiras.

No Estado de Minas Gerais, o Cerrado é considerado o maior bioma, e possui expressiva biodiversidade, importantes recursos hídricos, além de conhecidas plantas medicinais e animais ameaçados de extinção.

Quanto à vegetação, o cerrado não é uma região uniforme, é um complexo vegetacional formado por árvores, arbustos e gramíneas (SANTOS et al., 2009) e compreende um gradiente de fitofisionomias correspondente a um gradiente de biomassa: campo sujo, campo cerrado, cerrado e cerradão (DURIGAN et al., 2002).

Na maioria das classificações, admitem-se como fisionomias intermediárias os campos sujos, os campos cerrados e a savânica, denominada, cerrado *stricto senso* que ocupa aproximadamente 70 % do bioma cerrado e tem paisagem composta por um estrato herbáceo dominado principalmente por gramíneas e, um estrato de árvores e arbustos variando em cobertura de 10 a 60 % (EITEN, 1972; CAVASSAN et al., 2006).

A vegetação savânica ou cerrado *stricto senso*, é caracterizada por árvores de pequeno porte, troncos tortuosos e cascudos, presentes na maioria das vezes em solos menos férteis. (CAVASSAN et al., 2006). Este conjunto de características peculiares a princípio conduziu a percepção errônea de que se tratava de um ambiente biologicamente pobre (QUEIROZ, 2003).

No entanto, estudos revelam que o cerrado abriga uma alta diversidade biológica, sendo muitas espécies endêmicas do Brasil. Por isso, no início deste século, foi considerado um dos 25 *hotspots* para a conservação em escala global (CAVASSAN et al., 2006). Este

bioma vem passando por um processo de degradação gerado por atividades antrópicas que causam impactos negativos ao mesmo.

1.1.1 Ocupação do Cerrado

Após a chegada dos povos portugueses em terras brasileiras, houve um período inicial onde se ocupou mais intensivamente as áreas litorâneas e só mais tarde iniciou-se a ocupação das áreas centrais, onde está o cerrado, que se encontravam mais distante e de acessos mais difíceis. A ocupação intensificou-se com a mineração de ouro por volta do século XVIII. Entretanto, face à sua decadência, ocorreu um aumento da ocupação ligada à agricultura e à pecuária. Mas, com o passar dos anos, iniciou-se o processo de interiorização, com a busca por minerais preciosos e escravos indígenas, além da necessidade de colonizar a nova terra, tendo início o processo de ocupação do cerrado, mais próximo do que se observa atualmente (SANTOS et al., 2009).

O cerrado foi descoberto, em meados do século XIX, por expedições de cientistas europeus (SILVA, 2000)

O cerrado tem um papel significativo para a economia do país, entretanto, o desmatamento e a atividades impactantes, como garimpo, mineração e agricultura, têm causado sérios problemas a esse bioma.

No Brasil, a atividade de mineração predomina no cerrado, em consequência do rápido crescimento demográfico, e é uma das atividades que tem proporcionado sua destruição. Como resultante deste processo, tem-se constatado a perda da biodiversidade, da fertilidade dos solos, poluição visual e, o desequilíbrio entre os ecossistemas (FERNANDES e PÊSSOA, 2011).

1.2 O Processo de Degradação

Alterações ocorridas em detrimento de atividades antrópicas quando desenvolvidas desordenadamente, sem tomar em consideração aspectos conservacionistas acarretam a degradação dos ecossistemas. Os deslizamentos, enchentes, processos erosivos acelerados e as áreas de empréstimo são evidências do uso inapropriado dos recursos naturais (VALCARCEL e SILVA, 1997).

A degradação é geralmente associada aos efeitos ambientais considerados negativos ou adversos, e decorrem principalmente de atividades ou intervenções humanas que proporcionam o grau mais elevado de degradação (BITAR, 1997).

De um modo geral, uma área degradada fica comprometida na sua capacidade de regeneração e impossibilitada de exercer funções no ecossistema enquanto não alterar suas condições de degradação. O processo de degradação agrava-se com a intensificação da erosão e aparecimento de voçorocas (LEITE et al., 1992). Também resulta em efeitos deletérios sobre os mananciais hídricos e a fauna local (FERREIRA et al., 2007).

Área degradada pode ser conceituada como um ambiente modificado por uma obra de engenharia ou submetido a processos erosivos intensos que alteraram suas características originais além do limite de recuperação natural dos solos (NOFFS et al., 1996). A degradação ocorre quando a vegetação e fauna originais são destruídas, removidas ou expulsas, a camada fértil do solo é perdida, removida ou enterrada e a qualidade da vazão do sistema hídrico é alterada. Além das perdas do meio físico se caracteriza pela perda dos meios de regeneração bióticos, como o banco de sementes do solo, banco de plântulas, chuva de sementes e rebrota, com comprometimento da capacidade de resiliência da área (IBAMA, 1990; TEIXEIRAS e SILVA, 1994; MARTINS, 2009).

A resiliência é a capacidade intrínseca de um sistema em manter sua integridade no decorrer do tempo, sobretudo em relação a pressões externas. É a regeneração natural do ambiente como mecanismo de resposta a alterações no meio (HOLLING, 1996; SILVA e REIS, 2000). O termo resiliência é empréstimo da física em que "Propriedade pela qual a energia armazenada em um corpo deformado é devolvida quando cessa a tensão causadora de uma deformação elástica" (NEVES e VALCARCEL, 2000)

Alguns autores conceituam área degradada como aquela que sofreu alteração de suas características originais, em função de causas naturais ou por atividades antrópicas, quando o grau de interferência impossibilita a capacidade de resiliência, resultante da retirada do solo restando apenas o subsolo estéril, comprometendo ou eliminando os meios de regeneração natural sendo necessária a intervenção positiva do homem (MOREIRA, 2004; CORRÊA, 2006; ANDRADE, 2008; CALGARO et al., 2008).

O conceito de área degradada é amplo e pode estar relacionado à redução de produtividade devida a perda dos horizontes superficiais de solo por causa de erosão ou de mineração (CARVALHEIRA, 2007; CORRÊA, 2009). A avaliação da extensão de áreas degradadas passa a ser um processo complexo, na medida em que se faz necessário estabelecer claramente o conceito de solo degradado (DIAS e GRIFFITH, 1998).

1.2.1 Degradação dos solos

A degradação do solo é um estado gerado por diversos processos relacionados à degradação ambiental. Um solo que perde sua capacidade de produção, funcionalidade e utilização, é denominado como solo degradado.

A degradação do solo como é a alteração adversa das características de solo em relação aos seus diversos usos possíveis, tanto ao estabelecimento em planejamento quanto aqueles considerados potenciais (ABNT, 1989).

Entende-se como solo degradado aquele que sofreu perda parcial ou total de sua capacidade de sustentar o crescimento de plantas e outros organismos. Para isso, ocorre degradação dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, que dependem das ações de atividades humanas e naturais (GONÇALVES et al., 2003; CORRÊA, 2009).

A qualidade física do solo influencia os processos químicos e biológicos, podendo manifestar-se de várias maneiras influenciando no desenvolvimento de plantas (BERTOL et al., 2001; STRECK et al., 2008).

A compactação pode influenciar a quantidade e disponibilidade de água no solo aumentando o escorrimento superficial e erosão. Também pode prejudicar a respiração radicular e o desenvolvimento microbiano. A fase solida passa a não exercer a função de barreira, e a percolação fica irregular (ARAUJO et al., 2004; PINTO et al., 2010).

Dentre as formas mais importantes de degradação química do solo, estão à perda de nutrientes e de matéria orgânica (REA, 1999). A mineração em geral promove tais alterações e resulta no substrato que é característico de áreas de empréstimo (SÁNCHEZ, 2006).

A degradação das áreas de empréstimo consiste na remoção da vegetação original e na retirada da camada superficial do solo, expondo o horizonte C e causando compactação, baixas taxas de infiltração e armazenamento de água, deficiência de oxigênio, perda de matéria orgânica, alteração sua composição, perda de biomassa microbiana do solo e perda de nutrientes, fazendo que o substrato resultante não permita a regeneração natural da vegetação (LEITE et al., 1992; DIAS,1996; NEVES e VALCARCEL, 2000; MOREIRA, 2004; BARBOSA, 2008).

1.2.2 Atividade de mineração para extração de cascalho

Entende-se por mineração o processo e, ou atividades industriais cujo objetivo é a extração de substâncias minerais, possuindo uma importância significativa para a sociedade (BRANDT, 1998). O município de Diamantina, Minas Gerais, encontra-se entre as 45 principais províncias de extração mineral do Brasil (SILVA, 2007).

As atividades de extração mineral são de grande relevância para o produto interno bruto do país (KNAPIK e MARANHO, 2007), mas também são responsáveis por impactos ambientais negativos muitas vezes irreversíveis. Que se tornam mais visíveis com a dinamização do processo de industrialização e o crescimento das cidades, que aceleram os conflitos entre a necessidade de buscar matérias-primas e a conservação do meio ambiente (BRANDT, 1998).

A mineração causa impactos em menores extensões, porém, de forma mais intensa do que a agricultura, pois causa a perda da resiliência (BARBOSA, 2008). Pode ser considerada uma das atividades mais impactantes, embora, em geral, não afete grandes extensões territoriais (REIS, 2006). A mineração de superfície, com consequente supressão da vegetação local e retirada da camada superficial do solo, provoca sérios impactos ambientais, entre os quais se destaca a exposição da área explorada a fatores erosivos (BARROSO et al.,1997).

Ao extraírem os bens minerais da crosta terrestre, automaticamente, gera-se uma alteração bastante profunda que modifica a estrutura física de sua localização. Essas alterações, advindas da atividade mineral, podem provocar maior ou menor impacto, conforme os fatores geográficos, o método de extração, tamanho da operação e o tipo de minério extraído (SILVA, 1988; SILVA, 2007).

Os bens minerais de emprego direto na construção civil, como cascalho, são considerados como bens minerais de uso social. A produção desses minerais impõe sua atuação próxima dos centros consumidores, caracterizando-se como uma atividade típica das regiões metropolitanas e urbanas. O índice de clandestinidade dessa atividade é significativo e preocupante. Os impactos ambientais provocados são grandes e descontrolados, degradando ambientes de delicado equilíbrio ecológico, alterando canais naturais de rios e os aspectos paisagísticos (SILVA, 2007).

O cascalho é considerado um agregado natural, pois é encontrado na forma particulada na natureza. Os agregados ocupam papel de destaque entre os bens minerais mais importantes do País. Em termos de quantidade produzida, a extração desses recursos, vem aumentando em decorrência do crescimento acelerado das áreas urbanas que necessitam cada vez mais do bem mineral, principalmente na adoção de métodos construtivos que empregam cimento e o concreto (SANTO e CHAVES, 2007).

A crescente demanda por materiais de construção atribui características peculiares ao processo de desenvolvimento das atividades de mineração. Destaca-se a sucessão de aberturas e fechamentos de cavas de cascalho, que geram as áreas de empréstimo degradadas.

1.2.3 Resíduos sólidos industriais

Atividades antrópicas de transformação geram impactos ambientais indesejáveis. Na maioria dos casos esses impactos estão relacionados, com a geração e descarte de resíduos, nas formas líquida, gasosa e sólida. Como ação antrópica potencialmente poluidora do meio ambiente destacam-se as atividades industriais, que nos seus processos produtivos, geram águas residuárias, emissões atmosféricas e resíduos sólidos (OLIVEIRA et al., 2005).

O termo resíduo deriva do latim "resíduo" e significa resto. Os resíduos sólidos merecem destaque, uma vez que representam uma substancial parcela dentre todos os resíduos gerados. São definidos como resíduos nos estados sólido, semi-sólido, gasoso e líquido que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição cujas particularidades tornam inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d`água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.(JACOMINO et al., 2002; ABNT, 2004; CABRAL, 2012)

Os resíduos sólidos industriais abrangem os resíduos das indústrias de transformação e são os resíduos provenientes de diversos tipos e portes de indústrias de processamentos. São muito variados e apresentam características diversificadas, pois dependem do tipo de produto manufaturado devendo, portanto, serem estudados caso a caso (CABRAL, 2012). São uma das formas da poluição industrial que indicam uma ineficiência do processo produtivo, representando quase sempre, perdas de matérias-primas e insumos. Os equipamentos industriais são submetidos à manutenção e limpeza periodicamente e geram materiais que também constituem resíduos (JACOMINO et al., 2002).

A classificação dos resíduos é de grande importância porque subsidia decisões quanto ao destino final dos mesmos. Entretanto, dentre todas, as que merecem destaque são as que classificam os resíduos sólidos segundo a periculosidade dos mesmos e seus impactos à saúde e ao meio ambiente e segundo a sua fonte geradora (CABRAL, 2012).

Conforme a NBR 10.004 (ABNT, 2004), os resíduos sólidos são classificados em:

Resíduos classe I: determinados como perigosos, pois apresentam inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenecidade. São aqueles que apresentam risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices ou riscos ao meio-ambiente, quando gerenciados de forma inadequada.

Resíduos classe II: denominados não perigosos. Esses resíduos subdividem-se em resíduos classe IIA e classe IIB.

Resíduos classe IIA (não inertes): São aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I ou de resíduos classe II B. Esses resíduos podem ter propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

Resíduos classe IIB (Inertes): São aqueles resíduos que quando submetidos a um contato dinâmico ou estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não têm nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

No Estado de Minas Gerais são gerados, 57.919.180,57 t de resíduos, em que 9,11 % (5.276.341,72 t) correspondem a resíduos classe I e 90,89 % são resíduos classe II (52.642.838,45 t). A porcentagem de resíduos classe II aponta que 89,93 % do total foi informado como sendo não-inerte e 0,96 % como inertes (CARNEIRO et al., 2010).

O setor têxtil é precursor da industrialização no Brasil (KUNZ et al., 2002). Responsável por grande parte da poluição ambiental, uma vez que emite gases, resíduos sólidos, ruídos, odores e grandes quantidades de efluentes líquidos. Observa-se um crescimento cada vez mais intenso da produção na indústria têxtil e, sob o aspecto ambiental, há uma quantidade expressiva de resíduos sólidos industriais (BORTOLUZZI et al., 2011).

Em relação aos dez resíduos mais gerados em todas as tipologias da indústria, responsáveis por 81,39 % do total gerado, os efluentes da indústria têxtil geram 2.039.967,00 t (3,52 %). Classificados como resíduos sólidos, de classe II A – não inertes, podem ser reutilizados ou reciclados quase que em sua totalidade, desde que não sofram contaminações durante o processo fabril. Se contaminados com óleo de máquina, por exemplo, passam a ser classificados como resíduos sólidos de classe I, que são aqueles que apresentam riscos à saúde pública ou ao meio ambiente, ainda mais quando o resíduo é manuseado ou destinado de forma inadequada (ABNT, 2004).

De acordo com a Lei federal 12.305/10, as estopas sujas de óleo e graxa usadas na manutenção das máquinas, são classificadas como resíduos altamente tóxicos (Classe I), e necessitam de tratamento antes de serem descartadas no ambiente.

A geração de resíduos sólidos é inerente à existência do próprio ser humano e sua destinação é motivo de preocupação desde os tempos mais remotos, mas agravou-se com o surgimento dos grandes centros urbanos e da produção dos bens de consumo (PAGGANI et al., 2011).

A quantidade de processos interventores é expressiva, a quantidade e o volume gerado desses resíduos é algo imponente, sendo a destinação final dos mesmos, uma das maiores

preocupações mundiais atualmente (CABRAL, 2012). Dessa forma, a reciclagem e reutilização de resíduos não são apenas questões filosóficas, mas, sobretudo práticas (CORREA, 2009).

1.2.3.1 Tratamentos de resíduos sólidos pela compostagem

Há séculos, o homem aprendeu a amontoar restos animais e vegetais para biodegradarem e depois usá-los como adubo orgânico, denominado como "composto". O processo sofreu melhoramentos diversos, incluindo a utilização de matéria-prima mais diversificada e a aplicação de mais tombamentos para garantir um ambiente aeróbico e obter menor prazo de decomposição (EMATER-DF, 2007). A compostagem de resíduos orgânicos é um dos métodos mais antigos que se conhece de reciclagem de nutrientes (SILVA e ANDREOLI, 2010).

Nos primórdios da agricultura, os resíduos orgânicos mais utilizados para a produção de composto eram basicamente dejeções humanas, de animais e restos de cultura. Mais recentemente, com o aumento populacional, a diversificação de indústrias e, portanto, a geração de resíduos constante, tem-se empregado como matéria-prima para produção de compostos outros meios, como, por exemplo, os provenientes dos resíduos sólidos urbanos, lodos de esgoto, restos de indústrias alimentícias, resíduos da fabricação de papel, agroindústrias (SILVA, 2009) e outros. Esses resíduos são considerados excelentes matérias-primas para a compostagem devido às suas composições químicas.

A compostagem consiste na primeira etapa para transformar os resíduos numa forma mais estável (AQUINO et al., 2005). Pode ser definida como uma bioxidação aeróbia exotérmica de um substrato orgânico heterogêneo, no estado sólido, caracterizado pela produção de CO_2, água, liberação de substâncias minerais e formação de matéria orgânica estável (FERNANDES e SILVA, 1999),

O processo de compostagem visa acelerar a decomposição do material orgânico e para isso proporciona condições ótimas para o desenvolvimento microbiano. Basicamente, a temperatura, aeração, umidade, relação carbono/nitrogênio e nutrientes são os fatores que mais interferem no processo de compostagem (COSTA et al., 2005). É um processo biológico, sendo necessário que alguns parâmetros físico-químicos sejam respeitados para o crescimento de microrganismos, permitindo que encontrem condições favoráveis para transformarem a matéria orgânica, satisfazendo os seus requisitos nutricionais (FERNANDES e SILVA, 1999; SOUZA e RESENDE, 2003).

O material obtido da compostagem possui cor escura, é rico em húmus e contém de 50 % a 70 % de matéria orgânica. É classificado como adubo orgânico, pois é preparado a partir de estercos de animais e, ou restos de vegetais que, em estado natural, não têm valor agrícola. Recebe esse nome pela forma como é preparado: montam-se pilhas compostas de diferentes camadas de materiais orgânicos. A composição do composto orgânico depende da natureza da matéria-prima utilizada (OLIVEIRA et al., 2004).

Os resíduos da indústria de desfibrilação de algodão apresentam-se sólidos, na forma de pequenos fragmentos, com granulometria fina e relação C:N em torno de 20:1. Nessas condições, o processo de compostagem pode ser utilizado, bastando estabelecer alguns parâmetros, como aeração, turno de rega e revolvimentos (COSTA et al., 2005). O material empilhado deverá ser periodicamente revolvido para promover a aeração, e mantido em umidade (30 a 70 %) e temperatura adequadas (60 a 70 %).

A utilização de inóculo nesse tipo de resíduo torna-se um complemento importante para acelerar o processo de decomposição. Entretanto, para que haja viabilização econômica do processo, recomenda-se a utilização de resíduos ricos em microrganismos, principalmente em bactérias e fungos, como os estercos, e que estejam disponíveis nas proximidades do local de geração do resíduo que se pretende reciclar (OLIVEIRA et al., 2004; COSTA et al., 2005).

Nos últimos anos, a compostagem tem sido reconhecida como uma alternativa de baixo custo e ambientalmente adequada para reciclagem de resíduos orgânicos urbanos e industriais (ARAÚJO et al., 2007), sendo proposta como um tratamento alternativo a ser empregado na reutilização do resíduo (GONÇALVES, 2011).

1.4 Recuperação de áreas degradadas

A partir dos anos 90, foi observado um considerável aumento das iniciativas de revegetação de áreas degradadas. Os impactos ambientais negativos causados pela ação antrópica passaram a serem objetos de medidas de gestão ambiental, visando a mitigá-los ou mesmo compensá-los (MOREIRA, 2002). Nos últimos anos é destaque a questão da recuperação de áreas degradadas, pois têm sido geradas continuamente, e de várias maneiras e a consciência ambiental pressiona para a recuperação das mesmas.

Existem vários conceitos sobre recuperação de áreas degradadas que englobam restauração, recuperação e reabilitação (DIAS e GRIFFITH, 1998). Na prática a diferença entre essas abordagens está na definição das metas e objetivos (ENGEL e PARROTTA, 2003).

Recuperação é a restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode ser diferente de sua condição original (SNUC, 2002).

A Recuperação de áreas degradadas pode ser conceituada como um conjunto de ações idealizadas e executadas por equipes multidisciplinares que visa proporcionar, em última instância o restabelecimento das condições de equilíbrio existente anteriormente a atividade degradadora (GRIFFITH e DIAS, 1998; MOREIRA, 2002).

A recuperação significa que o sítio degradado será retornado a uma forma e utilização de acordo com um plano preestabelecido para o uso do solo, e terá condições mínimas de estabelecer um novo equilíbrio dinâmico, desenvolvendo um novo solo e uma nova paisagem. É estabilização de uma área degradada, que abrange todos os aspectos de qualquer projeto que vise uma nova utilização para o sitio degradado, e objetiva, sobretudo alcançar a sustentabilidade do meio físico e biológico, em conformidade com os valores ambientais, estéticos e sociais da circunvizinhança (IBAMA, 1990; CARVALHEIRA, 2007).

Restauração é restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada o mais próximo possível da sua condição original (SNUC, 2002). Está associada à idéia de reprodução das condições exatas, tais como eram antes de serem alteradas pela intervenção. Na reabilitação o local alterado deverá ser destinado a uma dada forma de uso do solo, para reaproveitar a área para outra finalidade (NOFFS et al., 1996).

O termo recuperação tem sido mais associado com áreas degradadas, referindo-se a aplicação de técnicas, visando à recomposição topográfica e a revegetação de áreas descaracterizadas pela mineração. Com a preocupação de que ocorra elevada diversidade de espécies nativas, visando também à sustentabilidade do ecossistema ao longo do tempo, se aproximando da restauração (MARTINS, 2009).

Diante das problemáticas da degradação, causada pela mineração especificamente a extração de cascalho, tem-se a necessidade de recuperar as áreas degradadas por esta atividade. A recuperação natural em áreas degradadas por tal atividade é em geral, muito lenta ou até mesmo não ocorre. A intervenção antrópica, através de técnicas de manejo, pode acelerar o processo de regeneração, permitir o processo de sucessão e evitar a perda da biodiversidade (BARBOSA et al., 2005). A recuperação de áreas degradadas é considerada uma atividade exigente de uma abordagem sistemática, de um bom planejamento e visão a longo prazo (ANDRADE, 2008).

Embora a exigência legal de recuperar áreas degradadas pela mineração já vigore, subsistem dificuldades de ordem técnica, gerencial e econômica para levar a cabo adequadamente as tarefas de recuperação (ALMEIDA, 2005).

A implantação ou recomposição de uma floresta requer o emprego de técnicas adequadas que serão definidas em função de uma avaliação detalhada das condições do local que levem em consideração as peculiaridades e histórico da área a ser recuperada. Aspectos relacionados à composição florística, ao tipo de degradação ocorrido e ao objetivo final de recuperação, devem ser considerados em profundidade antes de se iniciar atividades e ações que visem à recuperação da área (BOTELHO et al., 1993; GAIAD, 1996).

Fatores como a queda da atividade biológica dos solos, problemas de drenagem, perda da fertilidade natural e efeitos tóxicos de elementos químicos tornam-se empecilhos adicionais para o estabelecimento de cobertura vegetal para a proteção dos solos (CAMPELLO, 1996), portanto, a recuperação bem sucedida é dependente da qualidade do solo.

Para a eficiência da recuperação de solos degradados uma estratégia bastante recomenda é a recomposição da vegetação e o desenvolvimento de novas tecnologias, sendo necessária a intensificação de pesquisas que contemplem, entre outras linhas, a interação dos conhecimentos sobre física, química, mineralogia e biologia do solo (MOREIRA, 2004).

As condições áridas de áreas mineradas podem ser atenuadas por meio da adição de resíduos orgânicos a camada superficial e a covas. Essa pratica tem sido a solução mais comum para reconstruir um ambiente edáfico, pois a matéria orgânica eleva a fertilidade, cria condições favoráveis às plantas, aos organismos do solo e ao restabelecimento de ciclos biogeoquímicos no local, em conjunto com o plantio de mudas proporcionam mudanças nos atributos biológicos e físicos (CORRÊA, 2009; KITAMURA et al., 2008)

Uma fonte de matéria orgânica que pode ser utilizada e vem sendo difundida no Brasil são resíduos orgânicos sólidos provenientes de indústrias ou outros empreendimentos que geram resíduos. Porém necessitam ser transformados em fertilizantes orgânicos adequados para a recuperação.

1.5 Regeneração artificial - Plantio de mudas

A definição do método de regeneração a ser adotado deverá ocorrer após um completo diagnóstico da área, podendo-se optar pela regeneração natural ou artificial (VILELA, 2006).

O processo artificial é uma alternativa que busca a diminuição o período de implantação além de possibilitar um maior controle da distribuição e densidade de árvores por

unidade de área (KLEIN, 2005) e vem sendo prioritária na recuperação de áreas degradadas, em função do elevado grau de perturbação que atinge grandes áreas de vegetação florestal. Este processo facilita o desenvolvimento de planos mais simples para o manejo das florestas e não depende da produção de sementes no local a ser recuperado.

A revegetação compreende o plantio de espécie vegetal com o propósito de dar a paisagem um aspecto característico e constitui o primeiro passo na recuperação de áreas degradadas por mineração, cujos substratos são, na maioria das vezes ácidos e com baixa disponibilidade de nutrientes, especificamente fósforo (FRANCO et al., 1994; ALMEIDA, 2002). Tem como objetivo criar condições para que uma área degradada recupere algumas características da floresta original, que deve envolver os diferentes grupos ecológicos, arranjados de tal forma que suas exigências sejam atendidas pelos modelos de plantio (MOREIRA, 2002).

O reflorestamento é entendido como a atividade dedicada a recompor a vegetação de uma área mediante o estabelecimento de uma cobertura vegetal especificamente arbórea, utilizando espécies nativas ou exóticas (ALMEIDA, 2002).

No Brasil, o método mais comum de reflorestamento é a regeneração artificial por plantio de mudas. Destaca-se como estratégia de recuperação de áreas degradadas pela mineração a opção pelo estabelecimento de espécies nativas adaptadas às condições do ambiente local que favorecem a criação de micro clima e oferta de recursos similares às condições anteriormente encontradas (SOUZA, 1997; FELFILI et al., 2000).

A reposição e o crescimento de árvores em ambientes florestais contribuem para a recuperação da forma, ou fisionomia ou da paisagem. Diversas pesquisas têm sido realizadas visando adequar métodos e técnicas de reflorestamento as diferentes situações, porem ainda é necessário o seu aprimoramento de tal forma que todos os investimentos realizados sejam efetivamente capazes de se auto-sustentarem, além de proporcionar as mais estreitas e complexas relações entre solo-planta-animal (GISLER e BARBOSA, 2000).

O sucesso inicial da recobertura vegetal depende da migração ou dispersão de propágulos. O plantio de mudas produzidas em viveiro é uma técnica alternativa de propágulo a ser destinado ao terreno degradado (GRIFFITH et al., 1994). Além disso, a introdução de espécies arbóreas pode melhorar as propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo.

A presença da vegetação é essencial na conservação do solo e na redução dos processos erosivos, mas a colonização vegetal exige a disponibilidade de nutrientes e umidade do solo, fatores normalmente insuficientes em solos de áreas degradadas, que apresentam

deficiência química e física, tornando fundamental a aplicação de métodos que ofereçam melhores condições ao solo para favorecer a sucessão vegetal nesses ambientes (SANTANA FILHO et al., 1997).

Há um grande apelo ecológico em se plantar árvores em locais minerados, sendo um método de baixo impacto que os trabalhos de revegetação causam à área minerada, como escavação, movimentação de terra e aporte de insumos pontualmente limitados as covas, portanto o custo de arborização de áreas mineradas é mais baixo do que se implantar uma camada rasteira, que implica em aplicação de insumos e movimentação de máquinas em toda área (BARBOSA, 2008).

O plantio de espécies arbóreas sob diversas condições edafoclimáticas e o acompanhamento de seus desenvolvimentos através de medições periódicas são, portanto, importantes no sentido de balizar a escolha das espécies e a melhor forma de plantá-las em áreas degradadas (FARIA et al., 1995; FERREIRA, 2001; FERREIRA et al., 2007).

1.5.1 Uso de espécies da família Fabaceae na recuperação de áreas degradadas

A família Fabaceae (Leguminosae) possui cerca de 20.000 espécies e apresenta grande potencial de utilizações econômicas e ambientais, como exploração de madeira, celulose, forragem, adubação verde, lenha e carvão, e na recuperação de áreas degradadas por meio do estabelecimento de determinadas espécies em solos de baixa fertilidade natural (FLORENTINO e MOREIRA, 2009).

O recobrimento de áreas a serem vegetadas deve ser efetuado utilizando espécies com habilidade de capturar e utilizar os nutrientes disponíveis de maneira eficaz, destacando-se neste aspecto as leguminosas (FARIA et al., 1984). São geralmente ricas em nitrogênio apresentando baixa relação C/N (FRANCO et al., 1995). Desta forma, a liberação de nutrientes de seus restos vegetais é geralmente mais rápida comparada às plantas com baixo teor de nitrogênio.

A utilização de árvores fixadora de N é uma alternativa de recuperação do solo e consequentemente do ecossistema como um todo. É baseada na elevada capacidade de adaptação e produção de biomassa de diferentes espécies (SARCINELLI et al., 2004) que apresentam, em sua maioria, rápido crescimento, comportam-se como pioneiras e permitem fácil multiplicação por sementes. Significativa parcela dessas espécies pode potencializar estas qualidades, tornando-as importantes para programas de recuperação de áreas degradadas devido à capacidade de associação com bactérias fixadoras de N e fungos micorrízicos (SARCINELLI et al., 2004).

A fixação de N atmosférico é realizada por bactérias que ocorrem no solo ou associadas a algumas espécies vegetais. Neste contexto, o grupo de maior importância identifica-se como as bactérias do gênero *Rhizobium*, em associação com plantas da família Fabaceae (FARIA et al., 1992; CAMPELLO, 1996).

O uso de leguminosas, em áreas degradadas, adiciona, relativamente, em pouco tempo, grande quantidade de matéria orgânica e N por meio da produção de liteira, favorecendo a ciclagem de nutrientes, energia e o processo de recuperação (COSTA et al., 2004).

A seleção de espécies da família Fabaceae com potencial para recuperação de solos degradados, o estudo das exigências nutricionais e da capacidade de crescimento em solos compactados e em condições adversas permite a obtenção de informações de grande importância para a adequação das melhores espécies para determinado substrato que se queira recuperar (DIAS, 1996).

1.5.2 Espécies em estudo

O sucesso dos projetos de recuperação de áreas degradadas depende, entre outros fatores, da escolha correta das espécies vegetais a serem utilizadas no plantio. Decorrente do grande número de espécies e de sua complexidade das inter-relações e interações com o ambiente, a escolha será tanto mais correta quanto maior for o conhecimento pertinente a elas (FERREIRA et al., 2007).

Observar plantas próximas ao local a ser reflorestado, principalmente em situações adversas, constitui-se um dos primeiros passos na escolha das espécies que devem ser testadas. Outros atributos como a rápida produção de mudas, disponibilidade de sementes e ciclo de desenvolvimento curto também são características a serem consideradas (CAMPELLO, 1996).

Diante destas considerações, foram selecionadas as espécies utilizadas nos plantios em estudo, e descritas suas principais características, comportamento, ocorrência e usos múltiplos:

1- Vinhático do cerrado **(*Plathymenia reticulata* Benth)**

O vinhático do cerrado pertence à família Fabaceae e ocorre em áreas de cerrado sentido restrito e cerradão (MENDONÇA et al.,1998). É uma espécie característica de formações abertas do cerrado e de sua transição para a floresta semidecídua. Apresenta dispersão irregular e descontinua, ocorrendo em moderadas densidades em algumas áreas e

ausente em outras, de preferência em terras altas de fácil drenagem (solos arenosos), tanto em formações primárias como secundárias (LORENZI, 2008).

Espécie arbórea de comportamento decíduo que pode atingir até 16 m de altura e 29 cm de diâmetro na idade adulta (SILVA JUNIOR, 2005; LORENZI, 2008).

Estudos realizados consideram a espécie como prioritária para recuperação da vegetação, baseado na abundância dessas em áreas alteradas e no seu potencial para desenvolvimento em áreas abertas sob condição de pleno sol (FELFILI e SANTOS, 2002). No entanto, secas severas e baixas temperaturas são dois fatores principais que parecem limitar o estabelecimento do vinhático do cerrado em campo (NOVAIS et al., 2010).

Destaca-se o potencial da espécie para utilização em plantios de recuperação de áreas degradadas por se tratar de uma pioneira adaptada a terrenos pobres, ótima para plantios mistos destinados a recomposição de áreas degradadas de preservação (LORENZI, 2008).

2- Sucupira-preta ***(Bowdichia virgilioides*** **Kunth)**

A sucupira-preta é uma espécie pertencente à família Fabaceae e atinge altura de 8 a 16 m e tronco de 30 a 50 cm de diâmetro (SILVA JUNIOR, 2005; CARVALHO, 2006; LORENZI, 2008). Trata-se de uma espécie decídua característica da vegetação do cerrado. Apresenta ampla dispersão por todo o cerrado do Brasil Central e sua transição para floresta semidecídua. Sua distribuição é muito uniforme, porem em baixa densidade populacional. Ocorre tanto em formações primarias como secundárias, sempre em terrenos altos de rápida drenagem (LORENZI, 2008). Apresenta uso múltiplo de grande potencial econômico (SMIDERLE et al., 2003; CARVALHO, 2006; LORENZI 2008; AQUINO et al., 2009).

Espécie pioneira, tolerante a solos secos, de fertilidade baixa e textura arenosa recomendada para reflorestamentos heterogêneos em plantios de recuperação e restauração de áreas degradadas (SILVA JUNIOR, 2005; CARVALHO, 2006; LORENZI, 2008).

3 - Jacarandá-do-Cerrado (***Dalbergia miscolobium*** **Benth)**

O Jacarandá-do-Cerrado pertence à família fabaceae (PROENÇA et al., 2006). A árvore adulta atinge uma altura de até 16 m, com tronco de até 39 cm de diâmetro (SILVA JUNIOR, 2005; LORENZI, 2008). É uma planta perenifólia e pioneira, característica do cerrado em solos arenosos e bem drenado. Sua ocorrência é frequente em formações abertas secundárias e chega a formar agrupamentos (LORENZI, 2008). As flores são pequenas, roxo-escuras quase negras, em cachos. Frutos secos, castanho-claros e produz lenha de boa qualidade (PROENÇA et al., 2006).

A espécie pode ser utilizada para plantios em áreas degradadas juntamente com outras espécies (SILVA JUNIOR, 2005; LORENZI, 2008).

4 - Pau-Santo ***(Kielmeyera lathrophyton* Saddi)**

O pau-santo pertence à família Clusiaseae e atinge de 8 a 14 m de altura quando adulta, com diâmetro que varia de 30 a 50 cm (LORENZI, 2002). É uma espécie classificada como não pioneira e apresenta síndrome de dispersão anemocórica, considerada quase ameaçada de extinção (SEMA-SP, 2004). Espécie nativa e endêmica no Brasil, de domínio fitogeográfico da Caatinga, Mata Atlântica e Cerrado (BITTRICH, 2010).

A espécie é característica e exclusiva dos Cerrados de altitude, onde é mais ou menos frequente, porém, com dispersão um tanto descontinua a irregular. Ocorre predominantemente em formações secundárias de terrenos bem expostos na meia encosta ou no topo das elevações, onde o solo e argiloso, profundo e bem drenado (LORENZI, 2002). Oliveira e Godoy (2007) ao estudarem composição florística e afloramentos rochosos encontraram a espécie *Kielmeyera lathrophyton* em frestas entre as rochas. Segundo estes autores, muitas espécies que ocorrem nessas áreas apresentam uma série de características que permitem sua sobrevivência num ambiente com solo pobre e arenoso, com alta insolação e grande oscilação de temperatura entre o dia e a noite.

Os frutos secos da espécie são utilizados em artesanatos, e algumas espécies do mesmo gênero são utilizadas como medicinais (PINHEIRO et al., 2003). É conhecida por ser utilizado na fabricação de cortiça e pouco se sabe sobre seu potencial na recuperação de áreas degradadas.

5 - Chamaecrista **(*Chamaecrista debilis* (Vogel) Irwin & Barneby)**

Espécies do gênero *Chamaecrista* têm ocorrência restrita a Cadeia do Espinhaço em Minas Gerais e ao noroeste de São Paulo (FORESTO, 2008). O gênero *Chamaecrista* é amplamente distribuído na vegetação de cerrado, onde existem mais de 130 espécies (MENDONÇA et al. 1998). Oliveira e Godoy (2007), ao estudarem composição florística e afloramentos rochosos encontraram indivíduos de *Chamaecrista debilis* entre as frestas das rochas.

A espécie apresenta cerca 2,5 m de altura (NASCIMENTO e CLARO, 2007; OLIVEIRA e GODOY, 2007; FORESTO, 2008).

Ao estudar visitante florais da especie *Chamaecrista debilis* no Cerrado Nascimento e Del-Claro (2007) encontraram um total de 17 espécies de insetos visitando

as flores, essencialmente himenópteros, Halictidae, Colletidae, Vespidae e principalmente Apidae. Duas espécies de besouros foram observados alimentando-se das pétalas das flores.

O gênero *Chamaecrista* possui grande importância quanto à fixação biológica de nitrogênio (JAMES, 2007) e muitas espécies são encontradas colonizando naturalmente áreas degradadas. Em estudos realizados no Cerrado com o intuito de avaliar polinização, Nascimento e Del-Claro (2007) notaram que as plantas estudadas estavam, em sua maioria, às margens internas das estradas no local de estudo onde prevalecia uma série de cerrado *stricto sensu*, indicando que a espécie pode ter preferência por áreas abertas. Essas características, incluíndo atração a fauna, podem ser consideradas importantes como potencial da espécie para revegetação em projetos de recuperação de áreas degradadas.

1.6 Adubação orgânica

A revegetação de áreas degradadas onde ocorreu a remoção total do solo superficial requer, muitas vezes, além da seleção de espécies compatíveis para cada situação, a adequação química e física do substrato (OLIVEIRA NETO et al., 2000).

A adubação orgânica tem custo reduzido e melhor efeito, principalmente quanto às características físicas, comparada a adubação química. Fisicamente a incorporação da matéria orgânica ao solo contribui para o melhoramento de sua estrutura, deixando mais resistente as ações do intemperismo físico (chuvas, geadas, secas, etc.) e conduzindo a formação de grânulos que deixarão o solo mais poroso e permeável (SOUZA, 1989).

Os fertilizantes orgânicos apresentam como principais vantagens: alta capacidade de retenção de água e ar, contínua atividade da população microbiana, presença de substâncias húmicas que promovem a elevação da CTC, facilitando o arejamento, a drenagem e o crescimento de raízes, contribuindo para o crescimento e desenvolvimento das plantas, trazendo benefícios de ordem física, química e biológica (PARRON e CAUS 2001).

A matéria orgânica atua diretamente na biologia do solo, constitui uma fonte de energia e nutrientes para organismos que participam de seu ciclo biológico. Sua presença de aumenta a população da macro, meso e microfauna, bem como a população de organismos úteis que vivem associados as raízes da planta, como bactérias fixadoras de nitrogênio e fungos capazes de aumentar a absorção de minerais no solo (SOUZA e RESENDE, 2003). É essencial para o fornecimento de grande parte do N, fósforo P, e S, que proporcionam melhorias na estruturação do solo, consequentemente, elevando a disponibilidade de água e nutrientes no solo para as plantas.

Para restabelecer o potencial produtivo de um solo, equilibrar e sustentar o ecossistema são necessários à elevação do teor da matéria orgânica. A sua redução afeta os processos de formação e estabilização dos agregados do solo, atividade biológica e ciclagem de nutrientes (ROSCOE et al., 2006). A reintrodução de matéria orgânica ao solo pode ocorrer por meio da adição de resíduos orgânicos (CALGARO et al., 2008).

A aplicação do composto orgânico pode afetar significativamente a composição da matéria orgânica do solo depois de 4 anos em virtude das diferenças químicas entre adubo e matéria orgânica do mesmo. Tal conhecimento é necessário para melhorar as práticas de alterações no solo e para ajudar na gestão de resíduos (ADANI et al., 2007).

As formas de matéria orgânica comumente empregada em projetos de revegetação de áreas mineradas são: esterco animal, feno, palhadas, efluentes de biodigestores, compostos de lixo, resíduos de madeira, torta de mamona, vermicomposto (húmus de minhoca), lodo de esgoto, entre outros, sendo que a resposta da vegetação varia de acordo com o substrato (ANDRADE, 2008).

Resíduos industriais são matérias-primas que podem ser biodegradadas e usadas como adubo orgânico (EMATER-DF, 2007). O processo de compostagem vem sendo largamente utilizado por empresas brasileiras como forma de tratamento dos resíduos sólidos orgânicos, transformando-os em húmus, que podem ser utilizados diretamente nos plantios florestais como condicionadores de solo (BIEHL et al., 2002; GUERRA et al., 2012).

Neste contexto, a utilização de resíduos de indústria de fiação e tecelagem tratados pela compostagem, pode ser estudada como fonte de matéria orgânica na recuperação de área degradada como condicionante do solo degradado e adubação em plantios de espécies nativas.

1.7 Modelo de plantio em delineamento sistemático Tipo "leque"

Testar um grande número de tratamentos requer uma área experimental total maior que inviabiliza garantir a homogeneidade dentro dos blocos, aumentando o erro experimental e diminuindo a sensibilidade na comparação dos efeitos dos tratamentos (ODA, 2005)

A instalação de experimentos tradicionais com repetição, aleatorização dos tratamentos, controle local e bordadura, têm restringido o número de espaçamentos testados nos ensaios de campo, dadas as dificuldades relativas às disponibilidades de áreas e recursos para instalação, manutenção e avaliações. A necessidade de bordadura entre tratamentos, visando evitar influência exercida pelas árvores de uma parcela sobre as das parcelas vizinhas, se torna outro complicador (STAPE, 1995).

Objetivando solucionar a problemática da implantação de experimental no campo, alguns delineamentos alternativos foram propostos na década de 60, entre eles o delineamento sistemático de Nelder (1962).

Os delineamentos sistemáticos são usados nas mais diversas áreas, como florestal, solos, horticulturas entre outros. Na área florestal são frequentemente usados para estudos preliminares e foi criado com o objetivo de testar maior numero de espaçamentos possíveis (ODA, 2005). Apresenta como vantagens um delineamento mais compacto, redução de heterogeneidade local e inexistência de bordadura (NELDER, 1992; SOUZA et al., 2008).

A sistematização é devida a existência de níveis quantitativos contínuos nos tratamentos, os quais são dispostos numa ordem crescente ou decrescente, nas unidades experimentais, com o objetivo de reduzir ou eliminar as bordaduras, diminuir a área experimental e aumentar o numero de tratamentos em teste (ODA, 2005).

Dentre os delineamentos sistemáticos, destaca-se o denominado sistemático tipo "leque" que se caracteriza por ser baseado num sistema de raios e arcos de círculos concêntricos, onde a razão entre as distancias inter e intra linhas, é constante. A área aumenta com o aumento da distancia a origem, sendo os raios separados por um ângulo constante e os arcos espaçados por uma progressão geométrica da distancia radial (NASCIMENTO, 2011).

O delineamento sistemático tipo "leque" pode ser estudado como estratégia de recomposição em forma de "ilhas vegetativas" em plantios enriquecimento de recuperação de áreas degradadas. Semelhante ao plantio de mudas em círculo, descrito por Martins (2009) como opções de adensamento da regeneração de clareiras.

O modelo de ilhas vegetativas é baseado em estudos que mostram que a vegetação remanescente em áreas degradadas, representada por pequenos fragmentos, atua como núcleo de expansão da vegetação, por atrair animais que participam da dispersão de sementes. E se tratando de espécies de fácil dispersão como anemocoria a vegetação secundaria se expande e acelera o processo de sucessão na área degradada. Este modelo é adequado quando a área a ser recuperada é muito extensa e se dispõe de pouco recurso financeiro para sua recuperação (MOREIRA, 2002).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADANI, F.; GENEVINI, P.; RICCA, G.; TAMBONE, F.; MONTONERI, E. Modification of soil humic matter after 4 years of compost application. **Waste Management**, v. 27 p. 319–324, 2007.

ALMEIDA, R. O. P. O. **Revegetação de áreas mineradas: Estudo dos procedimentos aplicados em minerações de areia.** Dissertação de mestrado apresentada a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo-SP, 160p. 2002.

ALMEIDA, R. O. P. O.; SÁNCHEZ, L. E. Revegetação de áreas de mineração: critérios de monitoramento e avaliação do desempenho. **Revista Árvore,** Viçosa-MG, v.29, n.1, p.47-54, 2005.

ANDRADE, A. P. A. **Avaliação da utilização de protetor físico de germinação e semeadura direta das espécies *Copaifera langsdorffi* Desf. E *Enterolobium contortisiliquum* (Vell) Morong em área degradada pela mineração.** Dissertação de mestrado apresentada a Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal. Brasília - DF, 69p. 2008.

AQUINO, A. M.; OLIVEIRA, A. M. G.; LOUREIRO, D. C. **Integrando compostagem e vermicompostagem na reciclagem de resíduos orgânicos domésticos.** EMBRAPA Agrobiologia - Circular Técnica (INFOTECA-E), Seropédica - RJ, 4p. 2005.

AQUINO, F. G.; OLIVEIRA, M. C.; RIBEIRO, J. F. PASSOS, F. B. **Módulos para recuperação de cerrado com espécies nativas de uso múltiplo.** EMBRAPA Cerrados, Planaltina - DF, 47p. 2009.

ARAÚJO, A. S. F. de.; MONTEIRO, R. T. R.; CARVALHO, E. M. S. Effect of textile sludge composted on growth, nodulation and nitrogen fixation of soybean and cowpea. **Bioresource Technology**, Essex, v. 98, n. 5, p 1028-1032, 2007.

ARAUJO, M. A.; TORMENA, C. A.; SILVA, A. P. Propriedades físicas de um latossolo vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciências do Solo,** Viçosa-MG, v. 28, p. 337-345, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT, NBR 10004 – **Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro - RJ, 77p. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT, NBR 10703- Degradação do solo-Terminologia. Rio de Janeiro - RJ, 45p, 1989.

BARBOSA, A. C. C. **Recuperação de área degradada por mineração através da utilização de sementes e mudas de três espécies arbóreas do Cerrado, do Distrito Federal.** Dissertação de mestrado apresentada a Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília. Brasília-DF, 104p. 2008.

BARBOSA, L. M.; BARBOSA, K. C; NEUENNHAUS, E. C. M.; BARBOSA, J. M. E POTOMATI, A. **Estabelecimento de parâmetros de avaliação e monitoramento para reflorestamentos induzidos visando o licenciamento ambiental.** *In:* VI Simpósio Nacional e Congresso Latino-americano de Recuperação de Áreas Degradadas, 2005.

BARROSO, D. G.; MARINHO, C. S.; MIRANDA, R. U. & CARVALHO, J. G. Características químicas e físicas das dunas de rejeito de exploração mineral, após deposição de diferentes substratos. **Revista Árvore,** Viçosa, v.21, n.4. p. 483-491, 1997;

BATISTA, J. G. F. P. **A importância dos biomas mundiais: E o cerrado no contexto brasileiro.** *In:* 10º Encontro Nacional de Práticas de Ensino em Geografia (ENPEG), Porto Alegre-RS, 11p. 2009.

BERTOL, I.; BEUTLER1, J. F.; LEITE, D.; BATISTELA, O. Propriedades físicas de um cambissolo húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. **Scientia Agricola**, Piracicaba-SP, v.58, n.3, p.555-560, 2001.

BIEHL, J. B.; PASETTO, M. R.; SMANIA, E.; VIANA, E.; PEREIRA, E. B. **Compostagem dos resíduos sólidos produzidos no processo de tratamento da água residuária gerada no laticínio de Nova Veneza-SC.** Núcleo de Pesquisa em Resíduos Sólidos – NRESOL da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, Nova Veneza-SC, 2003.

BITAR, O. Y. **Avaliação da Recuperação de áreas degradadas por mineração na Região Metropolitana de São Paulo.** Tese de doutorado apresentada a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Minas. São Paulo-SP, 185p. 1997.

BITTRICH, V. Clusiaceae in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. Disponível em *http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2010/FB006869*) acessado 10 de junho de 2012.

BORTOLUZZI, F. L. O.; MORO, N. M. V.; KOHL, A. **Resíduo em Industrias Têxteis.** Atos do Congresso Responsabilidade e Reciprocidade - Fundação Antonio Meneghetti & Faculdade Antonio Meneghetti – Recanto Maestro, p. 532-535, 2011.

BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M, R. Desenvolvimento inicial de seis espécies florestais nativas em dois sítios, na região Sul de Minas Gerais. **Projeto Mata Ciliar - Convênio CEMIG/UFLA/FAEPE**, Lavras - MG, 10p. 1993.

BRANDT, W. **Avaliação de cenários em planos de fechamento de minas**. *In:* DIAS. L.E.; MELLO, J.W.V. (Eds.). Recuperação de áreas degradadas. Viçosa, MG: UFV/DPS/Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, p. 131- 134, 1998.

CABRAL, A. E. B. **Apostila Disciplina: Gestão de Resíduos Sólidos II.** CEFETCE-Curso de Saneamento e Recursos Hídricos. Disponível em www.deecc.ufc.br/Download/Gestao_de_Residuos_Solidos_PGTGA/CONSIDERACOES_SOBRE_RESIDUOS_SOLIDOS.pdf acessado 07 de maio de 2012.

CALGARO, H. F.; FILHO, W. V. V.; AQUINO, S. S.; MALTONI, K. L.; CAMARGO, O. A.; MONIZ, A. C. & JORGE, J. A. Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronomico de Campinas. **Boletim Técnico,** Campinas-SP, 77 p. 2008.
CAMPELLO, E. F. C. **O Papel de leguminosas arbóreas noduladas e micorrizadas na recuperação de áreas degradadas (Parte I).** *In:* BALENSIEFER, M. Recuperação de Áreas Degradadas**,** III Curso de atualização, Curitiba-PR, p. 09-16, 1996.

CARNEIRO, M. E. D. P; BRANDÃO, R. T.; SILVA, K. D.; TEIXEIRA, B. M.; JUNIOR, A. M. **A gestão de resíduos sólidos industriais e minerários no estado minas gerais.** I Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Bauru-SP, 16p. 2010.

CARVALHEIRA, M. S. **Avaliação do estabelecimento de espécies de cerrado sentido restrito, a partir do plantio direto de sementes na recuperação de uma Cascalheira na fazenda água limpa – UNB.** Dissertação de mestrado apresentada a Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal. Brasília-DF, 33p. 2007.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras.** EMBRAPA Florestas, Colombo-PR, v. 2, p. 507-56, 2006.

CAVASSAN, O.; SILVA, P. P. G.; SENICIATO, T. **O Ensino de Ciências, a Biodiversidade e o Cerrado**. *In*: ARAÚJO, E. S. N. N.; CALUZI, J. J.; CALDEIRA, A. M. A. (Orgs.). Divulgação Científica e Ensino de Ciências: Estudos e Experiências. São Paulo - SP, v. 6, p. 190-219**,** 2006.

CORRÊA, R. S**. Recuperação de áreas degradadas pela mineração do Cerrado – Manual para revegetação.** Ed. Universa, Brasília-DF, 187p, 2006.

CORRÊA, R. S**. Recuperação de áreas degradadas pela mineração do Cerrado – Manual para revegetação.** Ed. Universa, Brasília-DF, 2 ed. 174 p. 2009.

COSTA, G. S.; FRANCO, A. A.; DAMASCENO, R. N.; FARIA, S. M. Aporte de nutrientes pela serapilheira em uma área degradada e revegetada com leguminosas arbóreas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa-MG, v.28, n.5, p.919-927, 2004.

COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. M.; SESTAK, M.; OLIBONE, D.; SESTAK, D.; KAUFMANN, A. V.; ROTTA, S. R. Compostagem de resíduos da indústria de desfibrilação de algodão. **Engenharia Agrícola,** Jaboticabal - SP, v.25, n.2, p.540-548, 2005.

DIAS, L. E. **O Papel de leguminosas arbóreas noduladas e micorrizadas na recuperação de áreas degradadas (Parte II).** *In:* BALENSIEFER, M. Recuperação de Áreas Degradadas**.** III Curso de atualização, Curitiba-PR, p. 17-28 1996.

DIAS, L. E.; GRIFFITH, J. J. **Conceituação e caracterização de áreas degradadas.** *In:* DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. (Eds.) Recuperação de áreas degradadas. SOBRAD, Viçosa-MG, 251 p. 1998.

DURIGAN, G.; NISHIKAWA, D. L. L.; ROCHA, E. SILVEIRA, E. R.; PULITANO, F. M.; REGALADO, L. B.; CARVALHAES, M. A.; PARANAGUÁ, P. A.; RANIERI, V. E. L. Caracterização de dois estratos da vegetação em uma área de cerrado no município de Brotas, SP, Brasil. **Acta botânica brasilica**, São Paulo-SP, v.16, n. 3, p. 251-262, 2002.

ENGEL, V. L.; PARROTTA, J. A. **Definindo a restauração ecológica: Tendências e perspectivas mundiais.** *In:* KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Org.). Restauração ecológica de ecossistemas naturais. FEPAF, Botucatu-SP, 340 p. 2003.

EITEN, G. The cerrado vegetation of Brazil. **Botanical Review**, New York, v. 38, p. 201-341, 1972.

EMATER/DF- Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal. **Adubo Orgânico,** Agroinforme, Brasília-DF, 8p, 2007.

FARIA, S. M. de, MOREIRA, V. C. G., FRANCO, A. A. Seleção de estirpes de Rhizobium para espécies leguminosas florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.19, p.175-79, 1984.

FARIA. J. M. R.; DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. Comportamento de espécies florestais em áreas degradadas com duas adubações de plantio**. Projeto Mata Ciliar - Convênio CEMIG/UFLA/FAEPE**, Lavras – MG, 20p. 1995.

FELFILI, J. M.; RIBEIRO, J. F.; FAGG, C. W.; MACHADO, J. W. B. **Recuperação de Matas de Galeria.** EMBRAPA Cerrados, Planaltina-DF, n. 21, p. 1-45, 2000.

FELFILI, J. M.; SANTOS, A. A. B. Direito ambiental e subsídios para a revegetação de áreas degradadas no Distrito Federal. **Comunicações Técnicas Florestais,** Departamento de Engenharia Florestal (UnB). Brasília - DF, v. 4, n. 2. p. 135, 2002.

FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. **Manual prático para a compostagem de biossólidos**. ABES- Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro-RJ, 84p. 1999.

FERNANDES, P. A.; PESSÔA, V. L. S. O cerrado e suas atividades impactantes: Uma leitura sobre o garimpo, a mineração e a agricultura mecanizada. **Revista Eletrônica de Geografia**, v.3, n.7, p. 19-37, 2011.

FERREIRA, C. A. G. **Efeito do uso do solo de horizonte A e do gesso no comportamento de espécies florestais em áreas degradadas pela disposição de resíduo de bauxita.** Tese de Doutorado apresentada ao Centro de Estudos Ambientais da UNESP. Rio Claro – SP, 124p. 2001;

FERREIRA, I. M. **Bioma cerrado: Um estudo das paisagens do cerrado.** Tese de Doutorado apresentada a Universidade Estadual de São Paulo ao Programa de Pós-Graduação em Geografia. Rio Claro-SP, 80p. 2004.

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, n.1, p.177-185, 2007.

FLORENTINO, L. A.; MOREIRA, F. M. S. Características simbióticas e fenotípicas de *Azorhizobium doebereinerae*, microssimbiote de *Sesbania virgata*. **Revista Árvore,** Viçosa-MG, v.33, n.2, p.215-226, 2009.

FORESTO, E. B. **Levantamento florístico dos estratos arbustivo e arbóreo de uma mata de galeria em campus rupestres no Parque Estadual do Rio Preto, São Gonçalo do Rio Preto-MG.** Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Biociência da Universidade de São Paulo. São Paulo – SP, 174p. 2008.

FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F.; DIAS, L. ; FARIA, S. M. **Revegetação de áreas de mineração de bauxita em Portos Trombetas - PA com leguminosas arbóreas noduladas e micorrizadas.** *In:* BALENSIEFER, M.; ARAÚJO, A. J.; ROSOT, N. C. Recuperação de

áreas degradadas, I Simpósio Sul-americano e II Simposio Nacional, Foz do Iguaçu - PR, Brasil, p. 145-154, 1994.

FRANCO, A. A.; DIAS, L. E.; FARIA, S. M.; CAMPELLO, E. F. C.; SILVA, E. M. R. Uso de leguminosas florestais noduladas e micorrizadas como agentes de recuperação e manutenção da vida do solo: um modelo tecnológio. **Oecologia Brasiliensis,** Rio de Janeiro-RJ, v. 1, p. 459-467, 1995.

GAIAD, S. Micorrizas: **Uma ferramenta na recuperação de áreas degradadas.** *In:* Recuperaçao de áreas degradadas: III Curso de Atualização. Curitiba-PR, 1996;

GISLER, C. V. T.; BARBOSA, L. M. **Estrutura e função da mata ciliar implantada em Santa Cruz das Palmeiras.** *In:* VI Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas. SOBRADE, Blumenau-SC, 2000;

GONÇALVES, I. C. R. **Atributos químicos e biológicos do solo e produtividade do feijão-caupi após dois anos de aplicação de lodo de curtume compostado**. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí. Teresina-PI, 68p. 2011.

GONÇALVES, J. L. M.; Jr. NOGUEIRA, L. R.; DUCATTI, F. **Recuperação de solos degradados.** *In:* KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES, L. F. D.; ENGEL, V. L.; GANDARA, F. B. (Org.). Restauração ecológica de ecossistemas naturais. FEPAF, Botucatu-SP, 340 p. 2003.

GRIFFITH, J. J.; DIAS, L. E.; JUCKSCH, I. **Novas estratégias ecológicas para a revegetação de áreas mineradas no Brasil.** In: SIMPÓSIO SUL AMERICANO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS. FUPEF, Curitiba, p.31-43, 1994.

GUERRA, M. A. S. L.; SILVA, C. M.; REZENDE, A. A. P.; ROSSONI, H. A.; CARVALHO, S. T.; MORAIS, I. H. L. Avaliação da utilização de composto orgânico produzido a partir dos resíduos de fábrica de celulose quanto aos níveis de organoclorados e metais. **Revista Árvore,** Viçosa-MG, v.36, n.2, p.381-387, 2012.

HOLLING, C.S. Surprise for Science, Resilience for Ecosystems, and Incentives for People. **Ecological Applications**, Gainesville - Florida, v. 6, n. 3, p.733-735, 1996.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. **Manual de Recuperação de Áreas degradadas pela Mineração: Técnica de Revegetação.** IBAMA, Brasília – DF, 96 p. 1990.

JACOMINO, V. M. F. et al. **Controle Ambiental das Indústrias de Ferro-Gussa em Altos-Fornos a Carvão Vegetal.** Projeto Minas Ambiente, Belo Horizonte – MG, p. 181-197, 2002.

JAMES, E.K.; SPRENT, J.I.; DILWORTH, M.J.; NEWTON, W.E. **Nitrogen-fixing Leguminous Symbioses Series**: Nitrogen Fixation: Origins, applications and Research Progress, v. 7, 2007.

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

KLEIN, J**. Utilização de protetores físicos na semeadura direta de Timburi e Canafíscula na revegetaçao de matas ciliares.** Dissertação de mestrado apresentada a Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Marechal Candido, Rondon-PN, 95p. 2005.

KNAPIK, P. MARANHO, L. T. Avaliação da Revegetação em Área de Mineração, Região de Inundação do Rio Iguaçu, Araucária, PR. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre - RS, v.5, n. 1, p.507-509, 2007.

KUNZ, A.; PERALTA-ZAMOTRA, P.; MORAES, S. G.; DURÁN, N. Novas tendências no tratamento de Efluentes têxteis**. Química Nova**, São Paulo – SP, v. 25, n. 1, p. 78-82, 2002.

Lei n.º 12.305- **Política Nacional De Resíduos**. 02 de agosto de 2010.

LEITE, L. L., MARTIN, C. R.; HARIDASAN, M. **Propriedades físico-hídricas do solo de uma cascalheira e de áreas adjacentes com vegetação nativa de campo sujo e cerrado no Parque Nacional de Brasília.** *In:* Anais do Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas, Curitiba - PR, p. 392-399, 1992.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil.** Instituto Plantarum, Nova Odessa-SP, v. 1, ed. 4, 2002;

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil.** Instituto Plantarum, Nova Odessa-SP, v. 1, ed. 5, p. 154-208, 2008;

MARIOT, A.; MARTINS, L. C. VIVIANI, R. G.; PEIXOTO, E. R. **A utilização de técnicas nucleadoras na restauração ecológica do canteiro de obras da UHE Serra do Facão, Brasil.** Florianópolis -SC, Brasil, 18p. 2005.

MARTINS, S. V. **Recuperação de áreas degradadas: ações em áreas de preservação permanente, voçorocas, taludes rodoviários e de mineração.** Ed. Aprenda Fácil, 1ed. Viçosa-MG, 270 p. 2009.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA JUNIOR, M. C.; REZENDE, A. V.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E. **Flora vascular do Cerrado.** *In:* SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. Ed. Cerrado: ambiente e flora. Planaltina-DF: EMBRAPA CPAC, p. 289-539, 1998.

MOREIRA, M. A. **Modelo de plantio de florestas mistas para recomposição de mata ciliar.** Dissertação de mestrado apresentada a Universidade Federal de Lavras, Departamento de Engenharia Florestal. Lavras-MG, 99 p. 2002.

MOREIRA, P. R. **Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas à recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita.** Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Rio Claro – SP, 155 p. 2004.

NASCIMENTO, A. V. S. **Avaliação de sistemas agroflorestais utilizando o modelo experimental Nelder como alternativa sustentável para agricultura familiar no estado de Sergipe, Brasil.** Dissertação de mestrado apresentada a Universidade Federal de Sergipe. São Cristovão - SE, 86p. 2011.

NASCIMENTO, E. A.; DEL-CLARO, K. Floral Visitors of *Chamaecrista debilis* (Vogel) Irwin & Barneby (Fabaceae- Caesalpinioideae) at Cerrado of Estação Ecológica de Jataí, São Paulo State, Brazil. **Scientific Note, Neotropical Entomology,** Londrina-PR, v. 36, n. 4, p. 619-624, 2007.

NELDER, J. A. New Kinds of systemtic designs for spacing experiments. **Biometrics,** Washigton, v. 18, p. 283- 307, 1962.

NEVES, L. G.; VALCARCEL, R. **Regeneração natural em áreas de empréstimo em vias de reabilitação.** Jornada de Iniciação Científica da UFRRJ. Seropédica - RJ, p. 157-158, 2000.

NOFFS, P. S.; GALLI, L. F.; GONÇALVES, J. C. **Recuperação de áreas degradadas da Mata Atlântica: uma experiência da CESP Companhia Energética de São Paulo**. UNESCO, Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, São Paulo – SP, ed. 2, 44p. 1996.

NOVAES, R. M. L.; FILHO, J. P. L.; RIBEIRO, R. A.; LOVATO, M. B. Phylogeography of Plathymenia reticulata (Leguminosae) reveals patterns of recent range expansion towards northeastern Brazil and southern Cerrados in Eastern Tropical South America. **Molecular Ecology,** British Columbia, v. 19, p. 985–998, 2010.

ODA, M. L. **Aplicação de métodos geoestatísticos para identificação de dependência espacial na análise de dados de um experimento em delineamento sistemático tipo "leque".** Dissertação de mestrado apresentada á Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, 88p. 2005.

OLIVEIRA NETO, S. N.; PAULA, R. C.; BARROS, N. F. **Adequação química de um solo degradado para revegetação**. In: SIMPOSÍO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS. Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, Ouro Preto, p. 181-186, 2000.

OLIVEIRA, F. N. S.; LIMA, H. J. M.; CAJAZEIRA, J. P. Uso da Compostagem em Sistemas Agrícolas Orgânicos. **Embrapa Agroindústria Tropical,** Fortaleza-CE, 14p. 2004.

OLIVEIRA, G. A. G.; LANGE, L. C. **Gerenciamento dos resíduos sólidos industrias na área mineira da bacia hidrográfica do médio São Francisco.** *In:* 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 13p. 2005.

OLIVEIRA, R. B.; GODOY, S. A. P. Composição florística dos afloramentos rochosos do Morro do Forno, Altinópolis, São Paulo. **Biota Neotropica**, Campinas-SP, v. 7, n. 2, p. 11, 2007.

PAGANNI, N. C.; EURICH, V. R. P.; FRANCO, J. M. **Gerenciamento de resíduos sólidos de indústria de fios em cooperativa agroindustrial.** *In:* II Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Londrina- PR, 2011.

PARRON, L. M.; CAUS, J. F. **Produção de mudas de espécies arbóreas de matas de galeria: substrato e inoculação com fungos micorrízicos**. EMBRAPA, Planaltina/DF, 2001.

PINHEIRO, L.; CORTEZ, D. A. G.; VODPTTI, G.; YOUNG, M. C. M. & FERREIRA, A. G. Estudo FItoquimico e Avaliação da Atividade Moluscicida da Kielmeyera variabilis Mart. (Clusiaceae). **Química Nova**, São Paulo – SP, v. 26, n. 2, p. 157-160, 2003.

PINTO, L. F. S.; FERNANDES, F. F.; PAULETRO, E. A**. Recuperação de solos degradados pela mineração: Da teoria termodinâmica a pratica nas áreas regeneradas de mina de carvão de Candiota, RS.** In: ALBA, J. M. F. (Ed.) Recuperação de áreas mineradas. 2 ed. EMBRAPA Informações Tecnológicas, Brasília-DF, 326 p. 2010.

PROENÇA, C. C.; OLIVEIRA, R. S.; SILVA, A. P. **Flores e frutos do Cerrado**. Brasília: Editora rede de sementes do Cerrado, Ed. 2, 226 p. 2006.

QUEIROZ, F. A. **Impactos do Comércio Internacional de Soja sobre a Biodiversidade do Cerrado.** Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS) – Universidade Federal de Brasília – UnB, 21p. 2003.

REIS, A.; TRÊS, D. R.; SIMINSKI, A. **Curso: Restauração de áreas degradas – Imitando a natureza.** Florianópolis-SC, 90p. 2006.

RELATÓRIO DO ESTADO DO AMBIENTE – REA, p. 213-232, 1999.

ROSCOE, R.; BOADEY, R.M. & SALTON, J.C. **Sistema de manejo e matéria orgânica do solo.** *In:* ROSCOE, R.; MERCANTE, F.M. & SALTON, J.C. Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas, Dourados - MT, EMBRAPA, p.17-42, 2006;

SANTANA FILHO, S.; CARDOSO, I. M.; PEREIRA NETO, J. T. **Utilização de composto orgânico na recuperação de áreas degradadas.** *In:* simpósio nacional de recuperação de áreas degradadas, SOBRADE , Ouro Preto-MG, p. 194-204, 1997.

SANTOS, E. B. S.; CHAVES, J. M. **Uso de imagens CBERS na identificação de áreas de extração de areia na Região Metropolitana de Salvador – BA.** *In:* Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis - SC, p. 1071-1078, 2007.

SANTOS, E. V.; MARTINS, R. A.; FERREIRA, I. M. **O processo de ocupação do bioma cerrado e a degradação do subsistema vereda no Sudeste de Goiás.** Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás, Catalão-GO, 20p. 2009.

SÁNCHEZ, L. E. **Recuperação de Áreas Degradadas: Um campo multidisciplinar de pesquisas.** Seminário Unesp Rio Claro, Escola Politécnica da USP, 63p, 2006.

SARCINELLI, T. S.; RIBEIRO, E. S.; DIAS, L. E.; LYNCH, L. S. Sintomas de deficiência nutricional em mudas de *Acacia holosericea* em resposta à omissão de macronutrientes. **Revista Árvore,** Viçosa-MG, v.28, n.2, p.173-181, 2004;

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE (SEMA). **Listagem das espécies arbóreas do Estado de São Paulo.** São Paulo - SP, 2004;

SILVA JUNIOR, M. G.; SANTOS, G. C.; NOGUEIRA, P. E. N.; MUNHOZ, C. B. R.; RAMOS, A. E. 100 **Árvores do Cerrado: Guia de Campo.** Brasília, Editora rede de sementes do Cerrado, 278 p. 2005.

SILVA, C. A.; ANDREOLI, C. V. Compostagem como alternativa a disposição final dos resíduos sólidos gerados na Ceasa Curitiba/PR. **Engenharia Ambiental,** Espírito Santo do Pinhal - SP, v. 7, n. 2, p. 027-040, 2010.

SILVA, G. R.; REIS, A. Recuperação da resiliência ambiental em áreas degradadas: a relevância do habito, floração e frutificação no processo. **Revista Saúde e Ambiente**, Joinville-SC, v. 1, n.1, p. 68-72, 2000.

SILVA, H. V. Proposta para avaliar o impacto ambiental: primeira tentativa. **Ambiente,** Rio de Janeiro – RJ, v.2, n.2, p. 15-21, 1988.

SILVA, J. P. S. Impactos ambientais causados por mineração. **Revista Espaço da Sophia**, n. 8, p. 1-13, 2007.

SILVA, L. M. S. **Compostagem de resíduos sólidos urbanos em locais contemplados com coleta seletiva: Influência da triagem e da freqüência de revolvimento.** Dissertação de Mestrado apresentada à Universidade Estadual de Londrina, Londrina- PR, 126p. 2009.

SNUC - SISTEMA NACIONAL DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. 2 ed. Lei 9985 de 18 de julho de 2000 e vetos da Presidência da República ao PL aprovado pelo Congresso Nacional e Decreto Nº 4.340, de 22 de agosto de 2002.

SOUSA, M. O.; BSRBIN, D.; JUNIOR, P. J. R.; STAPE, J. L. Aplicação De Métodos Geoestatísticos Para Identificação de Dependência Espacial Na Análise De Dados De Um Ensaio De Espaçamento Florestal Em Delineamento Sistemático Tipo Leque. **Revista Árvore,** Viçosa-MG, v.32, n.3, p.499-509, 2008.

SOUZA, J. A. **Avaliação das estratégias de recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita em Poços de Caldas-MG.** Tese de doutorado apresentada a Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 98p. 1997.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**. Viçosa – MG, 564p. 2003.

SOUZA, L. D. **Adubação orgânica**. Editora tecnoprint, São Paulo, 116 p.1989.

STAPE, J. L. **Utilização de delineamento sistemático tipo leque no estudo de espaçamentos florestais.** Dissertação de mestrado em Agronomia apresentada a Escola Superior de Agricultura "Luiz Queiroz" Universidade de São Paulo. Piracicaba – SP, 86 p. 1995.

STRECK, A. C.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; HORN, R. Relações do parâmetro s para algumas propriedades físicas de solos do Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciências do Solo,** Viçosa-MG, v. 32, número especial, p. 2603-2612, 2008.

TEIXEIRA, W. G.; SILVA J. P. S. **Recuperação de áreas urbanas degradadas.** *In:* Congresso brasileiro de Arborização Urbana. São Luiz – MA, p. 155-162, 1994.

VALCARCEL, R.; SILVA, Z. S. A eficiência conservacionista de medidas de recuperação de áreas degradadas: proposta metodológica. **Floresta,** Seropédica-RJ, v. 27, n. 1/2, p. 101-114, 1997.

VILELA, D. F. **Estratégias para a recuperação da vegetação no entorno de nascentes.** Dissertação de mestrado apresentada a Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, 71 p. 2006.

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO DO SUBSTRATO REMANESCENTE DA EXTRAÇÃO DE CASCALHO APÓS APLICAÇÃO DE COMPOSTO DE RESÍDUO DE INDÚSTRIA TÊXTIL

RESUMO

Devido os efeitos positivos do uso de resíduo orgânico tratado na recuperação de propriedades do solo e a preocupação crescente da sociedade com o aumento exponencial da produção destes resíduos, o presente trabalho teve por objetivo avaliar os atributos do substrato minerado de uma área do cerrado degradada por extração de cascalho em Diamantina – MG, após a adição de doses crescentes de composto de resíduos orgânico de indústria de fiação e tecelagem. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados em modelo sistemático tipo "leque" com três blocos e cinco tratamentos: 0,0; 4,5; 9,0; 18,0 e 36,0 g dm^{-3} de composto orgânico aplicados na cova. A influência do composto no substrato foi avaliada por meio das alterações nas propriedades químicas (pH, matéria orgânica (MO), soma de bases (SB), CTC, saturação por bases (V), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), acidez trocável (Al^{3+}), acidez potencial (H + Al) e saturação por alumínio (m)) e físicas (resistência mecânica a penetração- Rp e textura). Bem como na atividade microbiana do mesmo: carbono da biomassa microbiana (CBM) respiração microbiana (C-CO_2) e quociente metabólico (qCO_2). A adição do composto proporcionou o aumento nos valores de pH, MO, SB, CTC, V e nutrientes (P, K, Ca^{2+} e Mg^{2+}). Promoveu a redução na Al^{3+}, H + Al e m. O substrato minerado apresentou valores elevados de Rp indicando a compactação na área degradada pela extração de cascalho, mesmo após a aplicação do composto. A adição de doses crescentes do composto promoveu o aumento significativo de CBM e C-CO_2 ao substrato minerado. A redução no qCO_2 indicou eficiência da biomassa microbiana com a incorporação das menores dosagens do composto ao substrato, 18,0 e 36,0 g dm^{-3}, quando comparado ao controle.

Palavras-chave: Degradação do solo, fertilização orgânica, atividade microbiana, cerrado.

ABSTRACT

Because of positive effects of the use of residue organic treated in the recovery of properties of the soil and the growing preoccupation of the society with the exponential increase of the production of these residues, the present work had for objective to evaluate the attributes of the mined substratum of an area of the thicket degraded by gravel extraction in Diamantina - MG, after the addition of growing doses of compound of residues organic of textile industry. The delineation was used in blocks unexpected in model systematic type " fan " with three blocks and five treatments: 0,0; 4,5; 9,0; 18,0 and 36,0 g dm^{-3} of compound organic applied in the hole. The influence of the composition in the substratum was evaluated through the alterations in the chemical properties (pH, organic matter (MO), sum of bases (SB), CTC, saturation for bases (V), match (P), potassium (K), calcium (Ca^{2+}), magnesium (Mg^{2+}), exchangeable acidity (Al^{3+}), potential acidity (H + Al) and saturation for aluminum (m)) and physics (mechanical resistance the penetration - Rp and texture). as well as in the microbial activity of the same: carbon of the microbial biomass (CBM) microbial breathing ($C\text{-}CO_2$) and metabolic quotient (qCO_2). the addition of the compound proportioned the increase in the pH values, MO, SB, CTC, V and nutritious (P, K, Ca^{2+} and Mg^{2+}). It promoted the reduction in Al^{3+}, H + Al and m. The mined substratum presented high values of Rp indicating the compactation in the area degraded by the gravel extraction, even after the application of the compound. The addition of growing doses of the compound promoted the significant increase of CBM and $C\text{-}CO_2$ to the mined substratum. The reduction in the qCO_2 indicated efficiency of the microbial biomass with the incorporation of the smallest dosage of the composition to the substratum when compared to the control.

Keyword: Degradation of the soil, organic fertilization, microbial activity, thicket.

1. INTRODUÇÃO

O acelerado desenvolvimento e a busca por matéria prima para suprir as demandas do mercado geram a degradação intensa de áreas do Cerrado. Atualmente há uma preocupação em conservar as áreas remanescentes e recuperar áreas degradadas deste bioma. Atividades de mineração no Cerrado são realizadas há décadas, inclusive na região de Diamantina-MG, dentre as quais se destaca a extração de cascalho que é caracterizada pelo baixo custo e geralmente realizada sem planejamento, causando a degradação local da área de empréstimo.

A extração do cascalho constitui a retirada da camada superficial do solo e consequentemente o local se torna desprovido de matéria orgânica, além de ocorrer o comprometimento do banco de sementes que causa a diminuição e,ou perda total da resiliência, ou seja, perda da capacidade de auto-regeneração quando seu retorno ao estado anterior pode não ocorrer ou ocorre de maneira extremamente lenta.

Ecossistemas desprovidos de cobertura vegetal e sem a camada orgânica torna-se susceptível a intempéries climáticas que promovem acentuados processos erosivos. O solo se torna degradado formando o que é denominado "substrato" com características químicas, físicas e biológicas diferentes do solo anterior a degradação (BALIEIRO et al., 2005; ARAÚJO, 2006).

A implantação da cobertura vegetal sobre superfícies mineradas é a medida mais comum de revegetação, mas requer a construção de um ambiente edáfico que seja compatível com as espécies vegetais a serem utilizadas (CORRÊA e BENTO, 2010).

Atualmente, grande parte da população brasileira vive em cidades com mais de 20.000 habitantes, e uma das consequências dessa concentração populacional é o surgimento de diversos problemas ambientais relacionados com a geração de resíduos (RICCI et al., 2010). Existe uma preocupação crescente da sociedade com o aumento exponencial da produção de resíduos orgânicos em diversas atividades humanas (RUPPENTHAL e CASTRO, 2005) como no caso da indústria têxtil.

De acordo com a Lei federal 12.305/10, as estopas sujas de óleo e graxa usadas na manutenção das máquinas, são classificadas como resíduos altamente tóxicos (Classe I), e

necessitam de tratamento antes de serem descartadas no ambiente. Uma possibilidade para o tratamento desses resíduos é a biodegradação microbiana pela compostagem.

A compostagem transforma resíduos em fertilizante orgânico, contribuindo para a ciclagem dos nutrientes. A utilização desta técnica em resíduos industriais tem aumentado devido à pressão para reciclar os resíduos orgânicos gerados durante os processos de produção (CARVALHO, 2012).

O processo de compostagem tem sido utilizado como alternativa para a disposição ambientalmente correta de resíduos oriundos de diferentes atividades agrícolas, agroindustriais e industriais (COSTA et al. (2005),

Uma alternativa para solucionar o problema destes resíduos é destinar estes materiais para fins de recuperação de áreas degradadas, uma vez que os fertilizantes orgânicos produzidos pela compostagem de resíduos combinados a matéria orgânica é considerado o melhor método para recuperar solos e substratos degradados.

Os adubos orgânicos possuem como vantagens, além do fornecimento de nutrientes, disponibilizarem matéria orgânica. A matéria orgânica não só fornece funções biológicas, mas também físicas (HARRISON, 2003; SOUSA et al., 2006; BENTO, 2009).

Dentre os principais efeitos da aplicação de composto orgânico sobre os atributos químicos dos solos ácidos, destacam-se a elevação do pH e matéria orgânica, a neutralização da acidez trocável, a redução da acidez potencial, o aumento da disponibilidade de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e o aumento da capacidade de troca catiônica (MAZUR et al., 1983) e deverá proporcionar o aumento do teor de carbono orgânico e contribuir para a melhoria das propriedades biológicas e físicas do solo (ABREU et al., 2002).

Tendo em vista os efeitos positivos do uso do resíduo orgânico na recuperação de propriedades do solo e a importância destes na melhoria das características química, física e microbiológicas dos substratos resultantes da atividade de mineração estudos que buscam elucidar o uso de compostos orgânico na recuperação ecossistemas degradados, são extremante importantes.

O objetivo do presente trabalho foi caracterizar os atributos químicos, físicos e microbiológicos do substrato de uma cascalheira no Parque Estadual do Biribiri (PEB) em Diamantina – MG após aplicação de doses crescentes de composto resíduos orgânico de indústria de fiação e tecelagem nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterizações da área

O experimento foi instalado em fevereiro de 2011 em uma área de empréstimo degradada por mineração de cascalho (Figura 1) no Parque Estadual do Biribiri (PEB) no município de Diamantina-MG. A área da cascalheira é de dez hectares e encontra-se situada entre as coordenadas 0649511,86 e 649640,24 m de longitude e 7987114,81 e 7987250,62 m de latitude (UTM) e altitude média de 1412 m (MELO, 2008).

Figura 1: Visão aérea da área de empréstimo localizada no PEB, Diamantina-MG. Fonte: Google Earth, 2011.

O PEB encontra-se na Serra do Espinhaço Meridional (SdEM), onde o regime climático, é tipicamente Mesotérmico, Cwb de acordo com a classificação de Koppen, caracterizado por verões brandos e úmidos (outubro a abril) e invernos mais frescos e secos (junho a agosto) e curtas transições realizadas nos meses de maio e setembro (SILVA et. al., 2005).

A precipitação média anual varia de 1.250 a 1.550 mm e a temperatura média anual situa se na faixa de 18º a 19ºC, sendo predominantemente amenas durante todo o ano, devido às superfícies mais elevadas dessa serra. A umidade relativa do ar é quase sempre elevada, revelando médias anuais de 75,6% (SILVA et. al., 2005).

A área de empréstimo denominada cascalheira teve origem na necessidade de extrair cascalho para ser usado na construção da rodovia BR-36 em meados da década de 50. Após

esse período, a área continuou sendo utilizada para extração de cascalho para a realização de aterros nas obras civis pela população de Diamantina.

A camada de solo fértil foi removida em função do avanço da lavra, sem estocagem em leiras, contrariamente à recomendação técnica para posterior reposição. Portanto, a exploração foi realizada sem planejamento adequado, restando apenas o substrato. A retirada de toda a camada superficial do solo teve como conseqüência o escorregamento de solo e rochas, assoreamento de vales e cursos d'água, além da degradação visual.

Com a criação do PEB em 1998, a extração de cascalho foi cessada, deixando grande passivo ambiental. O substrato atual não possui cobertura vegetal sendo composto basicamente por rochas e sulcos de erosão profundos.

A vegetação predominante no entorno da área de estudo é o campo rupestre, e manchas de floresta estacional semidecidual. Os solos predominantes na área em estudo antes da extração de cascalho eram caracterizados como Plintossolos. Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte plíntico ou litoplíntico ou concrecionário iniciando dentro de 40 cm, ou dentro de 200 cm quando imediatamente abaixo do horizonte A ou E, ou de outro horizonte que apresente cores pálidas, variegadas ou com mosqueados em quantidade abundante (EMBRAPA, 2006).

Nesta área, pode-se notar em alguns pontos a ausência de vegetação, erosões, voçorocas ou alguns locais com predominância de espécies invasoras, *Brachiaria brizantha* e *Melinis minutiflora*, e plantio de *Eremanthus erythropappus*

2.2 Caracterizações do composto orgânico

O composto utilizado neste trabalho como forma de fertilizante orgânico foi obtido pela compostagem de 2,31 m^3 de panos de algodão sujos de óleo e graxa usados na manutenção dos teares da indústria de fiação e tecelagem de Diamantina - MG e Gouveia - MG e com 0,78 m^3 de esterco bovino. Após a montagem da pilha de compostagem no formato de cone, esta foi revirada três vezes por semana até 90 dias e duas vezes por semana até o final do processo aos 176 dias, quando a temperatura da pilha foi inferior a 40 ºC. O composto foi passado em peneira com malha de 15 mm e apresentou densidade de 0,63 mg L^{-1} e umidade a 100 - 110 ºC de 18,80%. A compostagem foi realizada no pátio destinado a este fim, no Centro Integrado de Propagação de Espécies Florestais (CIPEF) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

O composto orgânico encontra-se caracterizado pelo Laboratório de Matéria Orgânica e Resíduos do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (UFV) (Tabela 1).

Apresenta pH elevado, saindo da neutralidade para alcalino. O percentual de MO é considerado adequado devendo conter pelo menos entre 25 a 30 % e a umidade é reduzida em relação ao esterco fresco (KIEHL, 2001).

A relação C/N é de 33:1 e encontra-se entre os valores descritos como ideais, de 25 a 35:1 (COSTA, 1994; KIEHL, 1998). Também foram observados macronutrientes, micronutrientes e fração húmica, importantes para fertilidade do solo.

Quanto à presença de metais o composto apresentou: Cd= não detectável; Pb= 40,46 mg Kg^{-1}; Ni,= 44,66 mg Kg^{-1} e Cr= 45,86 mg Kg^{-1}. Não apresentou a contaminação para nenhum dos 16 hidrocarbonetos policíclicos aromáticos considerados poluentes prioritários pela Agencia Americana de Proteção Ambiental (United States Envirometal Protection Agency – USEPA) (CARVALHO, 2012).

Tabela 1: Caracterização química do composto orgânico de resíduos da indústria de fiação tecelagem de Diamantina e Gouveia – MG

Ph	MO	MI	AH	AF	CO	Ca	Mg	N	P	K	Fe	Zn	Cu
……..……dag Kg^{-1}(%)……..												mg Kg^{-1}	
7,34	46,70	11,08	4,76	2,85	28,40	2,27	0,50	0,84	0,65	0,62	2,31	364,00	78,76

MI= material inerte

2.3 Delineamento experimental

O experimento foi em delineamento em blocos casualizados (DBC). Os blocos seguiram a metodologia de plantio em "ilhas de diversidade" em delineamento sistemático tipo "leque" (NELDER, 1962).

Foram implantados três leques com raio de 15 m e ângulo de 18º entre os raios, totalizando 20 raios. Além da bordadura interna com raio de 1,5 m, o modelo possui bordadura externa com raio de 13,5 m, formando um círculo completo com diâmetro de 30,0 m (Figura 2).

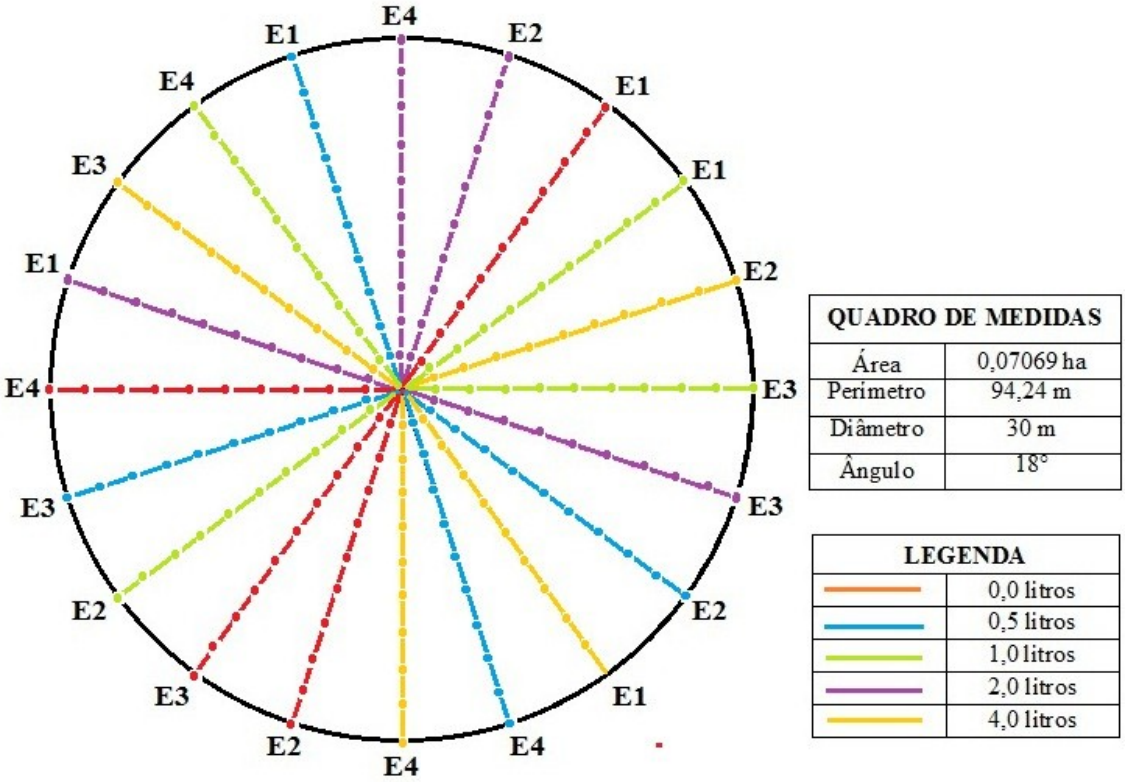


Figura 2 – Esquema representativo do bloco em delineamento sistemático tipo "leque" na cascalheira no PEB. Em que: E1= *Kielmeyera lathrophyton* (Pau santo); E2= *Plathymenia reticulata* (Vinhático), E3= *Dalbergia miscolobium* (Jacarandá do cerrado) e E4= *Bowdichia virgilioides* (Sucupira preta).

Os blocos foram instalados com auxílio de uma bússola que consistiu em marcar um ponto central, a partir do qual foi iniciada a orientação dos raios, seguindo o Norte Magnético. Posteriormente foi realizado o piqueteamento para marcação de covas, 10 covas por raio, utilizando um barbante que foi esticado do piquete central até a borda.

Para abertura das covas foi utilizada uma broca, com 44 cm de diâmetro e 45 cm de altura, acoplada a um trator um volume aproximado de 70L por cova. A utilização deste equipamento foi necessária em virtude da dificuldade de se perfurar o substrato enrijecido na área degradada pela mineração.

2.4 Implantação

Foram adicionados nas covas cinco tratamentos, sendo estes, diferentes doses de composto orgânico: 0,0 g dm^{-3}; 4,5 g dm^{-3}, 9,0 g dm^{-3}; 18,0 g dm^{-3} e 36,0 g dm^{-3}. Distribuídos de forma aleatória no raio por sorteio, contemplados em todos os blocos.

O composto foi adicionado ao substrato retirado após a abertura das covas, homogeneizado e colocado novamente na cova. Após 12 meses, coletou-se amostras de substrato para as análises químicas, físicas e microbiológicas, bem como a avaliação da resistência a penetração.

2.5 Caracterizações do substrato

2.5.1 Análise química

Para as análises químicas e físicas do substrato minerado, após o plantio, foram coletadas em cada raio por bloco em quatro covas, 2, 4, 6 e 10, amostras simples, formando uma amostra composta com 300 cm³ de substrato nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm de profundidade, sendo assim 20 amostras por bloco/camada um total de 120 amostras na área experimental.

As análises químicas e físicas das amostras do substrato foram realizadas no Laboratório de Fertilidade e Física do Solo da UFVJM de acordo com o protocolo da EMBRAPA (2000), sendo analisados os atributos químicos do substrato: pH em água; teores de P, K, Ca^{2+}, Mg^{2+}; acidez potencial e trocável (H +Al e Al^{3+}), saturação por bases (V), soma de bases (SB), CTC a pH 7 (T), CTC efetiva (t), saturação por alumínio (m) e matéria orgânica (MO).

A interpretação da análise química do substrato foi realizada de acordo com a interpretação da fertilidade do solo feita por Alvarez et al. (1999).

2.5.2 - Análise Física

Foi realizada a análise granulométrica do substrato, onde foram avaliados os percentuais de argila, silte e areia (EMBRAPA, 1997).

A avaliação da resistência mecânica à penetração (Rp) foi feita com o uso do Penetrógrafo, que mede a resistência do substrato ao longo do perfil, e foi expressa em MPa (OLIVEIRA et al., 2007). Selecionou-se um ponto na cova central por raio (cova 5) em cada bloco, totalizando 20 pontos por bloco e 60 pontos no total.

Com o auxílio do medidor de umidade do solo, nos mesmos pontos de medição da Rp, foi avaliada a porcentagem volumétrica de água no substrato nos períodos de 30 e 60 dias antes de medir a Rp no campo e no dia da avaliação.

Os dados de Rp foram coletados com o intuito de avaliar quais as camadas do substrato estão compactadas ou adensadas, e se as raízes terão ou não dificuldade de penetrar no substrato, bem como gerar curvas de compactação. As curvas foram traçadas ao longo da

camada de 0–30 cm, utilizando-se os valores médios encontrados a cada 5,0 cm de profundidade.

2.5.3 Análise microbiana

Para a análise microbiana do substrato foram coletadas nas covas 2, 4, 6 e 10 em cada raio distantes 3,4m uma das outras, quatro amostras simples, formando uma amostra composta de solo na profundidade de 0 a 10 cm, totalizando 20 amostras por bloco e um total de 60 amostras na área experimental.

Imediatamente após a coleta, as amostras foram acondicionadas em uma caixa de isopor com gelo e levadas para o de Laboratório de Pesquisa Multiusuário dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (LIPEMVALE) da UFVJM, onde foram realizados os procedimentos para análise de atividade microbiana, através da determinação da respiração microbiana (C-CO_2), carbono da biomassa microbiana (CBM) e quociente metabólico (qCO_2).

Na avaliação da respiração microbiana, foi utilizado o método respirométrico de avaliação do C-CO_2 liberado do substrato, no qual amostras de 100 g de substrato úmido (60% da capacidade de campo) peneirado (0,98 mm) foram incubadas durante sete dias em frascos de vidro hermeticamente fechados. O C-CO_2 liberado do substrato foi carreado por fluxo contínuo de ar (isento de CO_2) até outro frasco contendo 100,0 mL de solução de NaOH 2,0 mol L^{-1}. Após o intervalo de sete dias, foi estimado o C-CO_2 liberado a partir da titulação de 10,0 mL da solução de NaOH com solução de HCl 0,25 mol L^{-1}. No controle da qualidade do ar carreado, foram utilizados frascos sem solo, servindo como amostra "em branco" em relação às demais.

Foi feita a análise do carbono da biomassa microbiana (CBM), seguindo o método descrito por Vance et al. (1987), modificado por Islam e Weil (1998). Foram retiradas duas porções de solo de cada tratamento (20 g), sendo uma submetida à radiação de microondas por tempo previamente calculado (60 s + 60 s), substituindo a fumigação com clorofórmio. O CBM foi extraído das amostras irradiadas e não irradiadas de solo com adição de 80,0 mL de K_2SO_4 0,5 mol L^{-1}; em seguida, as amostras foram agitadas por 30 minutos em mesa agitadora horizontal, permanecendo em repouso por mais 30 minutos, para decantação. Posteriormente, a fase superior foi filtrada em papel-filtro. Foram adicionados 10,0 mL do filtrado em tubos digestores e a seguir adicionados os reagentes: 2,0 mL de solução $K_2Cr_2O_7$ 0,0667 mol L^{-1}; e 10,0 mL de H_2SO_4 concentrado. Após o resfriamento, a solução foi completada para 100,0 mL com água destilada e adicionado o indicador de Ferroim (cinco gotas), procedendo em seguida à titulação com solução 0,333 mol L^{-1} de $(NH4)_2Fe(SO_4)_2$ até

a mudança de coloração cor azul-escura para verde. O CBM foi estimado pela diferença entre a amostra irradiada e a não irradiada. Com a relação entre os valores de C-CO_2 e CBM, determinou-se o quociente metabólico (qCO_2), que representa a quantidade de CO_2 por unidade de biomassa.

2.6 Análise de dados

Os dados das análises química, física e microbiana foram submetidos aos testes de pressuposições da análise de variância (ANOVA) e quando necessário foi feita a transformação em Logaritmo da variável analisada.

A ANOVA foi realizada a 5% de significância e quando esta foi significativa procedeu-se a análise de regressão. A análise estatística foi realizada com auxílio do programa Statistica 10.0 (STATSOFT, 2010).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise química

Ocorreram alterações nos valores dos atributos químicos do substrato minerado após a adição de doses crescentes de composto orgânico. Os resultados dos valores médios dos atributos nas camadas de 0-20 e 20-40 cm de profundidade (Tabela 2) evidenciaram que:

O valor do pH sem adição de composto orgânico conferiu acidez média nas duas camadas avaliadas, que se manteve média na camada 0-20 com aplicação de 4,5 g dm^{-3} de composto e elevou-se a alta na camada 20-40 cm com aplicação desta dosagem. Este aumento também foi observado com adição de 9,0; 18,0 e 36,0 g dm^{-3} que confere acidez fraca nas duas camadas avaliadas.

O aumento do pH ocorre porque ânions orgânicos solúveis (R-COO- e R-O-) dos compostos orgânicos, ao serem liberados, podem adsorver H^+ da solução do solo por meio de reação de troca. E decorre da utilização de um composto orgânico com pH maior que do solo (MANTOVANI et al., 2005) como é o caso do composto utilizado no presente trabalho.

A redução nos teores de m, Al^{3+} e H + Al, nas camadas avaliadas foi observada com a adição do composto orgânico ao substrato.

O teor P foi considerado muito baixo para o substrato minerado sem adição de composto orgânico e após a aplicação de 4,5; 9,0 e 18,0 g dm^{-3} de composto para as camadas avaliadas. Exceto para a camada 0-20 cm em que a adição de 4,5 g dm^{-3} tornou baixo o teor de P disponível. A aplicação de 36,0 g dm^{-3} elevou o teor de P para muito bom na camada 0-20 cm e bom na camada 20-40 cm.

Tabela 2: Valores médios dos parâmetros químicos do substrato minerado após 12 meses da aplicação de diferentes doses de composto de resíduos orgânico da indústria de fiação e tecelagem, em uma cascalheira no PEB em Diamantina- MG. Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo (LFS) - UFVJM.

Doses (g dm^{-3})	**0,0**	**4,5**	**9,0**	**18,0**	**36,0**	**0,0**	**4,5**	**9,0**	**18,0**	**36,0**
			pH					**M**		
Camada			**(----------)**					**(----------%----------)**		
0 - 20 cm	5,84	5,99	6,19	6,15	6,38	8,61	1,98	2,04	1,76	0,81
20 - 40 cm	5,9	6,04	6,15	6,3	6,41	10,66	1,98	2,29	1,54	0,84
			Al^{3+}					**H + Al**		
			(----------cmol$_c$ dm^{-3}----------)							
0 - 20 cm	0,06	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03	0,06	0,03
20 - 40 cm	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02	0,08	0,02
			P					**K**		
			(----------mg dm^{-3}----------)							
0 - 20 cm	4,79	12	4,51	4,81	36,11	24,49	33,46	34,58	51,77	101,75
20 - 40 cm	2,47	6,13	8,75	5,67	36,67	28,83	32,44	35,02	45,99	90,28
			Ca^{2+}					**Mg^{2+}**		
			(----------cmol$_c$ dm^{-3}----------)							
0 - 20 cm	0,51	0,94	0,85	1,18	1,76	0,21	0,33	0,22	0,65	0,82
20 - 40 cm	0,45	0,7	0,92	0,91	1,98	0,17	0,27	0,34	0,52	0,49
						SB				
						(----------cmol$_c$ dm^{-3}----------)				
0 - 20 cm		0,78		1,35		1,16		1,97		2,84
20 - 40 cm		0,69		1,05		1,34		1,54		2,7
			T					**T**		
			(----------cmol$_c$ dm^{-3}----------)							
0 - 20 cm	0,84	1,38	1,18	1,99	2,86	2,70	3,02	2,57	3,61	4,35
20 - 40 cm	0,77	1,07	1,37	1,56	2,72	2,52	2,48	2,91	3,13	4,06
			V					**MO**		
			(----------%----------)					**(------dag Kg^{-1}------)**		
0 - 20 cm	29,13	44,43	43,04	51,71	64,14	0,55	0,54	0,54	0,85	1,54
20 - 40 cm	27,95	42,34	44,32	48,75	65,53	0,58	0,36	0,51	0,67	1,18

m= saturação por alumínio; Al^{3+}= acidez trocável; H + Al= acidez potencial; P = fósforo disponivel; K = potássio disponível; Ca^{2+}= cálcio trocável; Mg^{2+}= magnésio trocável; SB= soma de bases; t= CTC efetiva; T = CTC a pH 7,0; V= saturação por bases e MO = matéria orgânica.

O aumento da disponibilidade de fósforo também foi encontrado com a aplicação de composto de lixo domiciliar e lodo de esgoto, que pode ser explicado pelo fósforo contido no

composto e pela interação do aumento do pH e aporte de matéria orgânica com a força de adsorção/dessorção do elemento em diferentes solos ácidos (ABREU JÚNIOR et al., 2002; RICCI et al., 2010).

O teor de K no substrato sem adição de composto orgânico foi considerado baixo para 0-20 e 20-40 cm. Com a adição de 4,5 e 9,0 g dm^{-3} de composto continuou baixo, e tornou-se médio com aplicação de 18,0 g dm^{-3}. Foi considerado bom com 36,0 g dm^{-3} de composto adicionado ao substrato nas camadas avaliadas.

O teor Ca^{2+} foi baixo no substrato sem adição de composto, mantendo-se baixo até a adição de 18,0 g dm^{-3}. Ocorreu a elevação para média com a adição de 36,0 g dm^{-3} de composto nas profundidades avaliadas.

Os valores Mg^{2+} foram menores na camada mais profunda. Porém em ambas as camadas os teores apresentaram-se baixos no substrato sem adição de composto e se mantiveram até a adição de 9,0 g dm^{-3}, ocorrendo um aumento para médio, com adição de 18,0 e 36,0 g dm^{-3} de composto orgânico.

A SB no substrato sem adição de composto foi baixa nas camadas avaliadas. Apesar de ocorrer um aumento, este nível se manteve baixo até a adição de 9,0 g dm^{-3} de composto nas duas camadas e 18,0 g dm^{-3} na camada mais profunda, de 20-40 cm. Tornou-se média com a adição de 18,0 g dm^{-3} na camada 0-20 cm e 36,0 g dm^{-3} de composto orgânico para as duas camadas.

A CTC efetiva nas camadas de 0-20 e 20-40 cm sem adição de composto apresentou-se baixa e muito baixa. Este resultado confirma a tese de que os solos de Cerrado geralmente apresentam os valores de CTC baixos, se tratando de uma área degradada pela extração de cascalho a camada fértil é retirada, deixando o solo pouco fértil.

Com a adição de dosagens crescentes de composto orgânico para a camada superficial, a CTC efetiva manteve-se baixa, enquanto que para a camada mais profunda foi de muito baixa para baixa. A adição de 36,0 g dm^{-3} de composto elevou para média nas duas camadas avaliadas.

Os valores de CTC a pH 7,0 nas duas profundidades apresentaram-se baixos no substrato sem adição de composto orgânico e com a aplicação de 4,5; 9,0; 18,0 e 36,0 g dm^{-3} de composto, com exceção da camada de 0-20 cm em que a CTC a pH 7,0 elevou-se para média.

O aumento da CTC foi influenciado com o uso de lodo de esgoto em um substrato minerado, pelo conteúdo e qualidade de matéria orgânica, variando de 3,03 a 23,8 $cmol_c\ dm^{-3}$ (BENTO, 2009).

O substrato sem a adição de composto apresentou V baixa nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm. Esses valores foram maiores com a adição de 4,5 e 18,0 g dm^{-3} de composto para as camadas 0-20 e 20-40 cm. Com a aplicação de 36,0 g dm^{-3} consideram-se valores bons nas profundidades avaliadas.

Os resultados indicam que o substrato sem adubação orgânica encontra-se distrófico (pouco fértil). E após a adição de doses crescentes de composto ocorreu o aumento da saturação por bases, e apresentou concentrações de nutrientes em níveis ótimos com a adição de 36,0 g dm^{-3} de composto orgânico.

Valores semelhantes de V entre 29 e 57 % foram observados na camada de 0 a 20 cm de profundidade, em área de Cerrado no Distrito Federal, revegetadas utilizando como fonte de matéria orgânica o lodo de esgoto, estes valores indicam solos distróficos e concentração de nutrientes em níveis ótimos (BENTO, 2009).

Baixos teores de MO nas camadas de 0-20 e 20-40 cm foram encontrados quando não houve a adição de composto. Resultado esperado uma vez que se trata de um substrato de área degradada por mineração com a retirada da camada superficial e consequentemente da camada orgânica do solo anterior a degradação.

A adição de composto não proporcionou melhorias em relação a MO com a aplicação de 4,5 g dm^{-3} e 9,0 g dm^{-3} nas camadas de 0-20 e 20-40 cm e 18,0 g dm^{-3} na camada de 20-40 cm, que se manteve baixa. A aplicação de 18,0 g dm^{-3} elevou a MO a média de 0-20 cm e alta com aplicação de 36,0 g dm^{-3} para as duas camadas.

O aumento nos valores de pH e redução nos valores de Al^{3+} e H + Al, bem como a elevação nos teores de P, K, Ca^{2+}, Mg^{2+}, SB, CTC e,ou MO são comuns, mesmo em condições diferentes, e podem ser observados com a incorporação de lodo de esgoto, composto de lixo urbano, composto de resíduo de algodão, torta de mamona, turfa, bagaço de cana, aguapé e resíduo têxtil aplicados como composto orgânico na recuperação de áreas degradadas. Promove melhoria na fertilidade do solo, podendo ocorrer de maneira significativa, em curto prazo de forma eficaz (RICCI et al., 2010; MODESTO el al., 2009; QUEIROZ JÚNIOR, 2010; CORRÊA et al., 2010; BEZERRA et al., 2006; ABREU JÚNIOR et al., 2000; KITAMURA et al., 2008; RAMOS, 2009 RUPPENTHAL et al., 2005; MANTOVANI et al., 2005; LEITE et al., 1994; CALGARO et al., 2008; CARVALHO JÚNIOR et al., 2011).

A ANOVA para os atributos químicos do substrato (Anexo 1) determinou que os valores de pH, Al^{3+}, H + Al e MO não apresentaram diferença significativa a 5% de significância entre as doses aplicadas nas camadas avaliadas.

O aumento nos teores de matéria orgânica, de forma não significativa, pode ser observado com aplicação de composto orgânico, que esta relacionada à quantidade e efeito efêmero da fonte de matéria orgânica. Para se obter o aumento significativo, é necessário maior tempo de aplicação do composto (MELO et al., 1994; SILVA et al., 2001; LONGO et al., 2011).

Entre as doses de composto orgânico aplicadas ocorreu diferença significativa a 5% de significância para os teores de P, K, SB, CTC efetiva e V nas duas profundidades avaliadas. Este resultado também foi observado para Ca^{2+} e CTC a pH 7,0 na camada de 20-40 cm, Mg^{2+} e m na camada 0-20 cm.

A elevação significativa para SB nas duas camadas avaliadas, 0-20 e 20-40 cm, determina alta lixiviação das bases provenientes da camada superficial (RICCI et al., 2010)

Não foi possível ajustar uma equação que descreve o comportamento, entre os modelos testados, para os teores de m e P. Os teores de K no substrato apresentaram aumento quadrático com a elevação crescente das doses de composto nas duas camadas avaliadas. A partir da aplicação de 9,0 g dm^{-3} os teores foram moderadamente mais elevados na camada superficial. O aumento linear foi observado para os teores de SB, CTC efetiva, V, Ca^{2+}, CTC a pH 7,0 e Mg^{2+} nas camadas avaliadas, sendo que, para os dois primeiros atributos os valores foram ligeiramente maiores na camada de 0-20 cm (Figura 3).

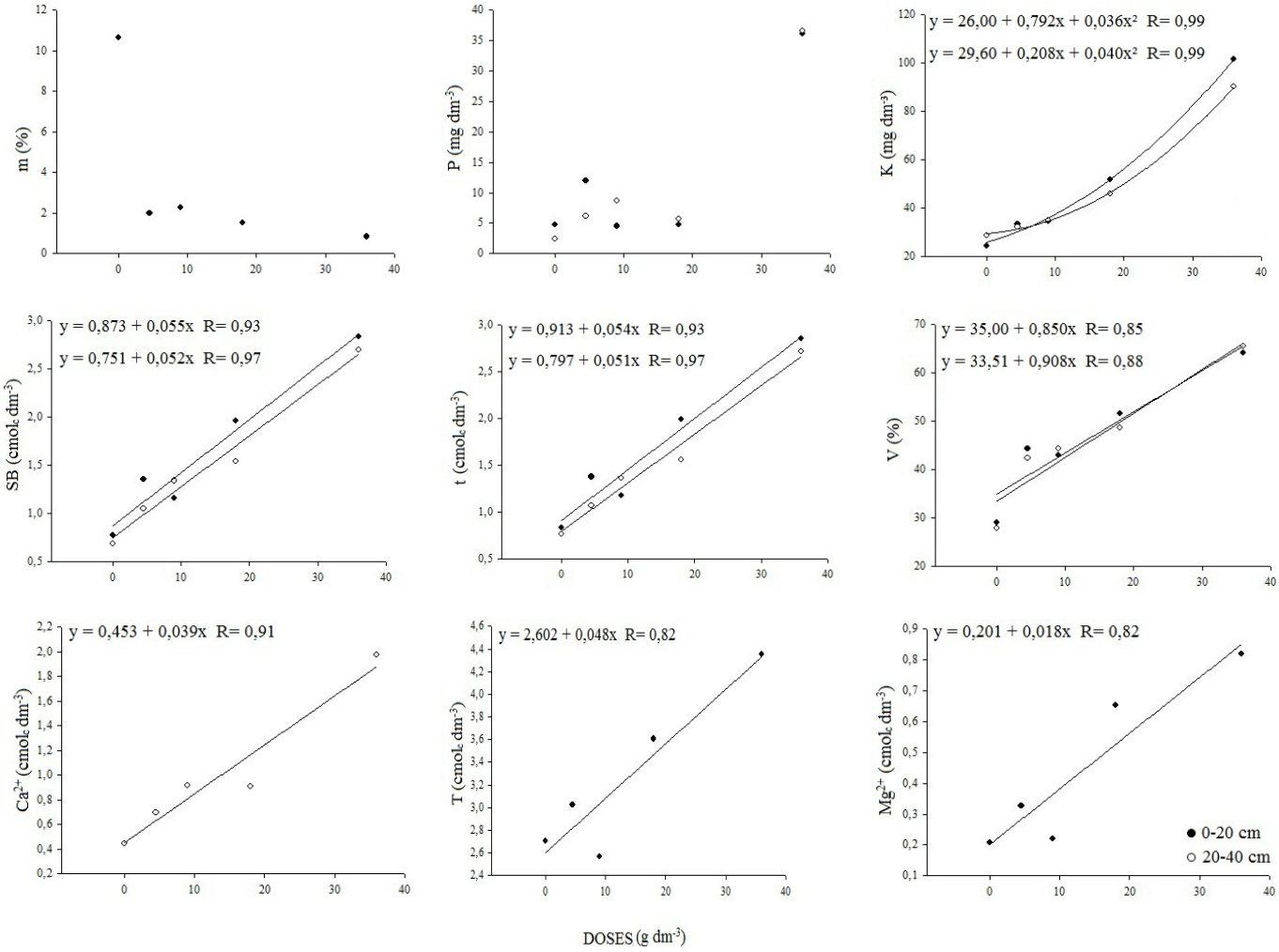


Figura 3: Atributos químicos do substrato degradado pela extração de cascalho, em resposta a doses crescentes de composto de resíduos orgânico da indústria de fiação e tecelagem nas camadas de 0- 20 e 20-40 cm. Em que: m= saturação por alumínio; P = teor de fósforo disponível; K = teor potássio disponível; SB = soma de bases; t = CTC efetiva; V= saturação por bases; Ca^{2+} = cálcio trocável; T = CTC a pH 7,0; Mg^{2+} = magnésio trocável.

O ajuste linear para Ca^{2+} e quadrático, para o Mg^{2+} e K^{+} foi obtido por Bezerra et al. (2006) ao avaliar o comportamento desses atributos no solo após aplicação de lodo de esgoto em área degradada. Em resultados obtidos por Carvalho Júnior et al. (2011), o acréscimo nas doses do resíduo têxtil também promoveu aumento linear no teor de Ca^{2+} e K, bem como na CTC efetiva do solo.

No período de 12, meses foram observadas alterações significativas na maioria dos parâmetros químicos, e a melhoria dos mesmos no substrato degradado pela extração de cascalho com adição de composto de resíduo orgânico de indústria de fiação e tecelagem. A elevação do pH, disponibilidade de nutrientes, teor de matéria orgânica, e a redução da acidez

potencial e trocável são os principais efeitos da aplicação de composto sobre as propriedades químicas do solo (MAZUR et al., 1983; ALVES et al., 1999; ABREU JÚNIOR. et al., 2000).

3.2 Análise granulométrica e resistência mecânica à penetração

O substrato em estudo apresentou em média 14 % de argila, 49 % de areia e 36 % de silte, que conferiu ao substrato uma textura arenosa independente das doses de composto orgânico aplicadas.

Não houve diferença significativa para granulometria, entre as doses de composto aplicadas nas profundidades avaliadas (Anexo 2). Longo et al. (2011), ao avaliarem textura em solo degrado após adubação verde, descrevem que não houve diferença significativa entre os tratamentos indicando que a melhoria nesse atributo deve ocorrer de forma mais lenta.

Os valores obtidos para a umidade do solo encontram-se abaixo de 50% aos 30, 60 dias antes e no dia da avaliação de Rp no campo, sendo em média 37; 28 e 15 % de água no solo.

O valor médio de Rp para a área de estudo foi de 3,26 MPa. O menor e maior valor de Rp foram 3,02 e 3,52 MPa, com a aplicação de 4,5 e 36,0 g dm^{-3} de composto orgânico. O valor de Rp encontrado por Leite et al. (1992) em uma cascalheira foi de 2,42 Mpa, indicando elevado nível de compactação.

Nos intervalos entre 1,08 a 2,45 MPa há pouca limitação e entre 2,45 e 4,9 Mpa existem algumas limitações para o crescimento e desenvolvimento adequado de plantas cultivadas. Acima destes valores ocorrem sérias limitações podendo chegar ao ponto das raízes não crescerem (RIBEIRO et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2007)

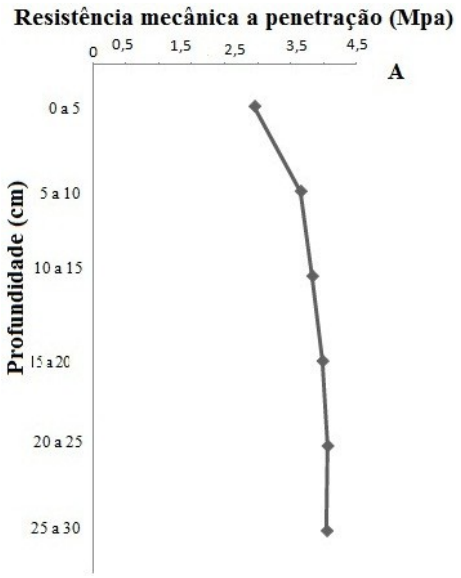
Ao avaliar a hipótese de que alteração da resistência do solo pode causar resposta da parte subterrânea de plantas, Taylor et al. (1966) concluíram que o percentual de penetração de raízes foram reduzidos drasticamente quando a resistência do solo aumentou de 0,29 para 2,49 Mpa.

Os valores de Rp encontrados no presente trabalho estão entre os descritos na literatura, evidenciando a existência de limitações ao crescimento radicular mesmo com a aplicação do composto, embora possa ser classificada como pouca na aplicação das menores dosagens. Houve uma tendência de aumento no valor de Rp na camada de 0-30 cm, variando de 2,45 a 3,55 Mpa para as camadas de 0 a 5 e 25 a 30 cm (Figura 4-A). Este resultado também pode ser observado mesmo com a aplicação de doses crescentes de composto,

variando de 1,9 até 3,7 Mpa de 0 a 5 e 25 a 30 cm, à medida que aumentou a profundidade (Figura 4-B).

Esse aumento para Rp na camada de 0-30 cm também foi obervado em substrato minerado de cinco cascalheiras no Distrito Federal. Em que a Rp atingiu 3,13 MPa na camada de 30 cm (BENTO, 2009).

Não houve diferença significativa na Rp entre as doses de composto orgânico aplicado (p= 0,54), após 12 meses de adubação. A não influência significativa sobre a Rp também foi observada em latossolos adubados por cinco anos com biossólido (SOUSA et al., 2005)



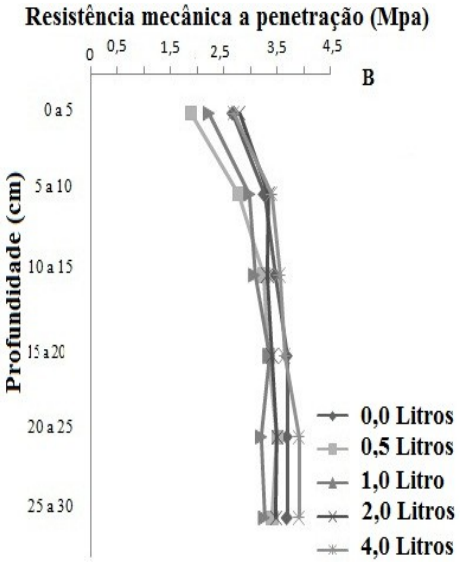


Figura 4: Resistência mecânica a penetração do substrato minerado após 12 meses, independente da aplicação do composto (A) e com aplicação de doses crescentes de composto orgânico (B), em uma área degradada pela extração de cascalho, no PEB em Diamantina-MG.

3.3 Análise microbiana

Os valores médios descrevem que a aplicação de doses crescentes de composto de resíduo orgânico de indústria de fiação e tecelagem promoveu o aumento de CBM e C-CO_2 (Tabela 3). O incremento da biomassa microbiana expressa pelos teores de CBM também foi observado em solos tratados com lodo de curtume (MARTINES et al., 2006).

A aplicação de 4,5 e 9,0 g dm^{-3} de composto orgânico promoveu a redução nos valores de qCO_2, e a adição das maiores dosagens com 18,0 e 36,0 g dm^{-3} proporcionou o aumento nesses valores (Tabela 3).

Tabela 3: Valores médios para Carbono da biomassa microbiana (CBM), respiração microbiana (C-CO_2) e quociente metabólico (qCO_2) com a aplicação de diferentes doses de composto de resíduo orgânico de industria de fiação e tecelagem ao substrato minerado.

Doses (g dm^{-3})	CBM (µg kg^{-1} h^{-1} CO_2)	C-CO_2 (µg Kg^{-1} solo)	qCO_2 (µg CO_2 µg^{-1} $cnol_c$ d^{-1})
0,0	284,29	92,20	0,40
4,5	406,05	107,94	0,32
9,0	534,07	129,00	0,29
18,0	596,00	241,74	0,56
36,0	617,43	437,07	0,74

O aumento da concentração e atividade microbiana é influenciado pela aplicação de resíduos orgânicos ao solo que disponibilizam matéria orgânica como fonte de carbono, energia e nutrientes para os microorganismos (PASCUAL et al., 1997; CASTILHOS e KONRAD, 2002; SEVERINO et al., 2004; VIEIRA et al., 2011). Isso ocorre quando a taxa de biossíntese celular é maior que a taxa de oxidação do carbono (LAMBAIS e CARMO, 2008).

Os microorganismos ao converterem a matéria orgânica crua, biodegradável, ao estado de matéria prima orgânica humificada, liberam CO_2 (TAVARES et al., 2008). O CO_2 é produzido na superfície do solo, principalmente pela participação de microrganismos na decomposição aeróbia da matéria orgânica, a qual é denominada de respiração do solo

(SILVA et al., 2009).

O aumento de C-CO_2, indica aumento da respiração microbiana no solo e conseqüentemente uma maior atividade de microorganismos. A ocorrência da atividade microbiana indica a decomposição do material adicionado e a mineralização dos nutrientes sendo disponibilizado para as plantas.

O composto utilizado no presente trabalho apresenta concentrações de nutrientes inclusive de P e K, e a adição do composto consequentemente aumentou a disponibilidade dos mesmos no substrato. Além do fornecimento de alguma fonte de energia, estes nutrientes podem ter favorecido uma maior atividade microbiana no substrato após aplicação de doses crescentes do composto (CARVALHO, 2012).

A elevação dos valores de CBM verificados indica o aumento da ciclagem de nutrientes no substrato minerado, pois estão imobilizados na fitomassa, após a decomposição são liberados para o solo e a própria biomassa microbiana constitui-se em uma reserva lábil de nutrientes, também rapidamente liberados para o solo, em virtude do baixo tempo de vida dos microrganismos (CARNEIRO et al. 2008).

O qCO_2 indica o estado metabólico dos microrganismos e a quantidade de energia necessária para a manutenção da atividade metabólica em relação à energia necessária para a síntese da biomassa. É um valioso indicador de estresse, perturbação ou estabilidade do ecossistema (BEZERRA et al., 2000)

Mudanças no qCO_2 refletem o padrão de entrada da matéria orgânica no solo, a eficiência da conversão do C microbiano, as perdas do C do solo e a estabilização do C orgânico pela fração mineral do solo. Assim seu valor pode indicar se está ocorrendo acúmulo ou perda de carbono no solo (ANDERSON e DOMSCH, 1989; SPARLING, 1992).

Baixos valores de qCO_2 refletem ambientes mais estáveis ou mais próximo do seu estado de equilíbrio e, ao contrário, valores elevados são indicativos de ecossistemas submetidos a alguma condição de estresse ou de distúrbio (TÓTOLA e CHAER, 2002).

Os resultados encontrados neste trabalho para qCO_2 indicam que o solo sem adição de composto orgânico e com a aplicação das maiores dosagens promoveram alteração de stress no substrato, e a adição de pequenas dosagens promovem maior equilíbrio das atividade microbianas ao mesmo. Com a adição das maiores doses de composto orgânico a biomassa microbiana tornou-se menos eficiente na utilização dos compostos orgânicos, liberando mais C na forma de CO_2 e incorporando menos C aos tecidos microbianos.

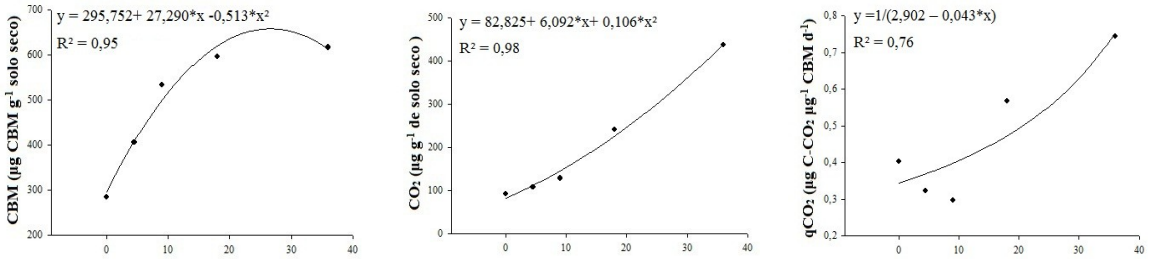
Houve efeito significativo entre as doses de composto orgânico sobre CBM, C-CO_2 e

qCO_2 no substrato, apresentando alto coeficiente de variação (Anexo 3).

O CBM e C-CO_2 aumentaram de forma quadrática atingindo os maiores teores na aplicação da maior dose, 36,0 g dm^{-3}. Aumento significativo de forma quadrática também foi observado para carbono orgânico em solo fertilizado com composto de resíduos da indústria têxtil (PEREIRA, 2011; CARVALHO, 2012).

A resposta observada para o qCO_2 seguiu um comportamento radicial com a adição de doses crescentes de composto orgânico ao substrato minerado (Figuras 5).

Figura 5: Curva dos atributos microbianos no substrato degradado pela extração de cascalho,



em resposta a aplicação de doses crescentes de composto de resíduos orgânico da indústria de fiação e tecelagem.

O aumento significativo foi observado para atividade microbiana do solo, C e C-CO_2, durante períodos experimentais com a adição de algodão esmagado, composto de gim, adubo de avícola, lodo de curtume e esterco como fontes de matéria orgânica. Isso se deve, possivelmente, ao C prontamente disponível dessas fontes e, à maior umidade dos materiais orgânicos em relação ao solo não fertilizado (TEJADA et al., 2006; CASTILHOS et al., 2000) SILVA et al., 2009; PASSIANOTO et al., 2001; MARTINES et al., 2006).

O incremento nas frações de C orgânico e estoque de C, caracterizados pela elevação nos teores de CBM, bem como o aumento significativo da atividade microbiana foram observados em solo do Cerrado após uso de lixo doméstico como composto orgânico (FREITAS et al., 2010). Entretanto, doses de composto causaram decréscimo no qCO_2, que pode indicar maior diversidade na comunidade microbiana e maior eficiência no uso da energia, após o acréscimo do composto (VIEIRA et al., 2011). Resultado observado neste trabalho até a aplicação de 9,0 g dm^{-3} do composto orgânico de resíduo de indústria de fiação e tecelagem.

4. CONCLUSÕES

A adição de composto de resíduo orgânico de indústria de fiação e tecelagem proporcionou aumento nos valores de pH, matéria orgânica, soma de bases, CTC, saturação por bases e nutrientes (P, K, Ca e Mg), na maioria dos atributos de forma significativa. E promoveu a redução da acidez potencial, acidez trocável e saturação por alumínio na área degradada por extração de cascalho.

O substrato minerado apresentou valores elevados de resistência mecânica à penetração que indicam a compactação na área de degradada pela extração de cascalho, mesmo após a aplicação do composto.

A aplicação de doses crescentes do composto promoveu o aumento significativo de carbono da biomassa microbiana (CBM) e respiração microbiana ($C\text{-}CO_2$) ao substrato minerado.

O quociente metabólico (qCO_2) indicou que a biomassa microbiana foi mais eficiente na utilização dos compostos orgânicos, com a incorporação das menores dosagens de composto ao substrato quando comparado ao controle.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU Jr., C.H.; MURAOKA, T. & OLIVEIRA, F.C. Carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre em solos tratados com composto de lixo urbano. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa-MG, v. 26 p.769-780, 2002.

ABREU J. C. H.; MURAOKA, T. LAVORANTE, A. F.; ALVAREZ, F. C. V. Seção IX - Poluição do solo e qualidade ambiental: Condutividade elétrica, reação do solo e acidez potencial em solos adubados com composto de lixo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa-MG, v. 24 p. 635-647, 2000.

ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A. S. **Interpretação dos resultados das análises de solos.** In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H. (ed.) Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. CFSEMG, Viçosa-MG, p. 25-32, 1999.

ALVES, W.L.; MELO, W.J. & FERREIRA, M.E. Efeito do composto de lixo urbano em um solo arenoso e em plantas de sorgo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa-MG, v.23 p.729-736, 1999.

ANDERSON, T.H.; DOMSCH, K.H. The metabolic quotient for CO2 (qCO2) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, Amsterdam, v.25, p.393-395, 1993.

ARAUJO, G. H. M. F. **Efeito do manejo sobre a qualidade do substrato e o desenvolvimento de espécies arbóreas do cerrado em uma cascalheira no Distrito Federal.** Dissertaçao de mestrado apresentada a Universidade de Brasília a Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. 95 p. 2006.

BALIEIRO, F. C.; CHAER, G. M.; REIS, L. R; FRANCO, N. O.; FRANCO, A. A. **Qualidade do solo em áreas degradadas.** *In:* XXX Congresso Brasileiro de Ciencia do solo. Recife- PE, 2005.

BENTO, M. A. B. **Avaliação da Qualidade dos Substrattos Minerados em Cinco Cascalheiras Revegetadas no Distrito Federal.** Dissertação de mestrado apresentada a Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, ao Departamento de Engenharia Florestal, Brasília-DF,128 p. 2009.

BEZERRA, F. B.; OLIVEIRA, M. A. C. L.; PEREZ, D. V.; ANDRADE, A. G.; MENEGUELLI, N. A. Lodo de esgoto em revegetação de área degradada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.41, n.3, p.469-476, 2006.

BEZERRA, R. G. D.; SANTOS, T. M. C.; ALBUQUERQUE, L. S.; CAMPOS, V. B.; PRAZERES, S. S. Atividade microbiana em solo cultivado com cana-de-açúcar submetido a doses de fósforo. **Revista Verde**, Mossoró – RN – Brasil v.3, n.4, p. 64-69, 2000.

CALGARO, H. F.; FILHO, W. V. V.; AQUINO, S. S.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, R. Adubação química e orgânica na recuperação da fertilidade de subsolo degradado e na micorrização do *Stryphnodendron polyphyllum*. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa-MG.v.32 p.1337-1347, 2008;

CARNEIRO, M. A. C.; CORDEIRO, M. A. S.; ASSIS, P. C. R.; MORAES, E. S.; PEREIRA, H. S.; PAULINO, H. B.; SOUZA, E. D. Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de cerrado. **Bragantia**, Campinas-SP, v.67, n.2, p.455-462, 2008.

CARVALHO JUNIOR, G. S.; ARAÚJO, V. L.; SILVA, D. M. A.; SOFIATTI, V.; BELTRÃO, N. E. M.; GHEYI, H. R. Atributos químicos de um latossolo vermelho tratado com resíduo têxtil. Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal-SP, v. 8, n. 1, p. 164-176, 2011.

CARVALHO, A. J. E. **Uso de Composto de Resíduos da Indústria Têxtil na Cultura da Alface.** Dissertação de Mestrado apresentada a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri ao Departamento de Agronomia, Diamantina - MG, 48p. 2012.

CASTILHOS, D. D.; VIDOR, C.; CASTILHOS, R. M. V. Atividade microbiana em solo suprido com lodo de curtume e cromo hexavalente. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas-RS, v.6 n.1 p. 71-76. 2000.

CASTILHOS, D. D.; KONRAD, E. E. Alterações microbiológicas decorrentes da adição de lodos de curtume ao solo. **Magistra**, Cruz das Almas - BA, v. 14, n. 1, p. 19-24, 2002.

CORRÊA, R. S.; BENTO, M. A. B. Qualidade do substrato minerado de uma área de empréstimo revegetada no distrito federal. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa-MG**,** v. 34 p.1435-1443, 2010.

CORRÊA, R. S.; SILVA, L. C. R.; BAPTISTA, G. M. M.; SANTOS, P. F. Fertilidade química de um substrato tratado com lodo de esgoto e composto de resíduos domésticos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,Campina Grande-PB,** v.14, n.5, p.538–544, 2010.

COSTA, M. S.S.M.; COSTA, L. M.; SESTAK, M.; OLIBONE, D.; SESTAK, D.; KAUFMANN, A. V.; ROTTA, S. R. Compostagem de resíduos de industria de desfibrilação de algodão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal-SP, v.25, n.2, p.540-548, 2005.

COSTA, M. B. B. **Nova síntese e novo caminho para a agricultura "adubação orgânica"**.

São Paulo: Ícone, 102 p., 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro-RJ, 306p. 2006.

FREITAS, I.C.V.; WANGEN, D.R.B.; FERREIRA, A.S.; CORRÊA, G.F.; WENDLING, B. Microbial and enzymatic activity in soil after organic composting. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.34, n.3, p.757-764, 2010.

HARRISON, R. B. ; GUERRINI, I. A. ; HENRY, C. L. ; COLE, D. W. Reciclagem de resíduos industriais e urbanos em áreas de reflorestamento. **Circular Técnica IPEF** (Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais) n. 198, p. 01-20, 2003.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba: O autor, 171p., 1998.

KITAMURA, A. E.; ALVEZ, M. C.; SUZUKI, A. S.; GONZALVEZ, A. P. Recuperação de um solo degradado com a aplicação de adubos verdes e lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa-MG, v. 32 p. 405-416, 2008.

LAMBAIS, M. L.; CARMO, J. B. Impactos da aplicação de biossólidos na microbiota de solos tropicais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.32, p.1129-1138, 2008.

Lei 12.305/10 - Lei de 02 de Agosto de 2010 <**http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm**> Acesso em 15/03/2012/.

LEITE, L. L., MARTIN, C. R.; HARIDASAN, M. **Propriedades físico-hídricas do solo de uma cascalheira e de áreas adjacentes com vegetação nativa de campo sujo e cerrado no Parque Nacional de Brasília.** In: Anais do Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas, Curitiba-PR, p. 392-399, 1992.

LEITE, L. L., MARTINS, C. R.; HARIDASAN, M. **Efeito da descompactação e adubação do solo na revegetação espontânea de uma cascalheira no Parque Nacional de Brasília.** In: Anais do I Simpósio Sul-americano e II Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas. Foz de Iguaçu-PR, p. 527-534. 1994.

LONGO, R. M.; RIBEIRO, A. I.; MELO, W. J. Uso da adubação verde na recuperação de solos degradados por mineração na floresta amazônica. **Bragantina**, Campinas-SP, v. 70, n. 1, p.139-146, 2011.

MANTOVANI, J. R.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; BARBOSA, J. C. Alterações nos atributos de fertilidade em solo adubado com composto de lixo urbano. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa-MG, v.29 p.817-824, 2005;

MARTINES, A. M.; ANDRADE, C. A.; CARDOSO, E. J. B. N. Mineralização do carbono orgânico em solos tratados com lodo de curtume. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília-DF, v.41, n.7, p.1149-1155, 2006.

MAZUR, N.; VELLOSO, A.C.X. & SANTOS, G.A. Efeito do composto de resíduo urbano no pH e alumínio trocável em solos ácidos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa-MG, v.7 p.157-159, 1983.

MELO, W. J. et al. Efeito de doses crescentes de lodo de esgoto sobre frações da matéria orgânica e CTC de um Latossolo cultivado com cana-deaçúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.18, n.3, p.449-455, 1994.

MELO, J. P. **Avaliação da regeneração natural para uma área degradada no Parque Estadual do Biribiri, Município de Diamantina, MG.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Dimanatina-MG, 2008.

MODESTO, P. T.; SCABORA, M. H.; COLODRO, G.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. Alterações em algumas propriedades de um latossolo degradado com uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa-MG, v. 33 p.1489-1498, 2009;

NELDER, J. A. New Kinds of systemtic designs for spacing experiments. **Biometrics,** Washigton, v. 18, p. 283- 307, 1962.

OLIVEIRA, G.C.; SEVERIANO, E.C. & MELLO, C.R. Dinâmica da resistência à penetração de um Latossolo Vermelho da Microrregião de Goiânia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v.1 p.265-270, 2007.

PAJARI, B. Soil respiration in a poor upland site of scots pine stand subjected to elevated temperatures and atmospheric carbon concentration. **Plant Soil**, Netherlands, v. 168-169, n. 1, p. 563-570, 1995.

PASCUAL, J.A., HERNANDEZ, T., AYUSO, M., GARCIA, C. Changes in the microbial activity of arid soils amended with urban organic wastes. **Biology and Fertility of Soils** v. 24, p. 429-434, 1997.

PASSIONOTO, C. C.; CASTILHOS, D. D.; CASTILHOS, R. M. V.; LIMA, A. C. R.; LIMA, C. L. R. Atividade e biomassa microbiana no solo com a aplicação de dois diferentes lodos de curtume. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas-RS, v.7 n 2. p. 125-130, 2001;

PEREIRA, L. S. M.; CARVALHO, A. J. E.; GRAZZIOTTI, P. H. **Atividade microbiana e produção de alface em solo fertilizado com composto de resíduos da indústria têxtil.**

Trabalho de conclusão do curso apresentado a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri ao Departamento de Agronomia, Diamantina - MG, 16 p. 2011.

QUEIROZ JUNIOR, V. B. **Uso de lodo de esgoto na recuperação de áreas mineradas do Distrito Federal: Influencias nas propriedades químicas do substrato.** Dissertação de mestrado apresentada a Universidade Federal de Brasília, Brasília- DF, 73p, 2010.

RAMOS, S. J.; ALVES, D. S.; FERNANDES, L. A.; COSTA, C. A. Rendimento de feijão e alterações no pH e na matéria orgânica do solo em função de doses de composto de resíduo de algodão. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v.39, n.5, p.1572-1576, 2009.

RIBEIRO, A. I.; LONGO, R. M.; TEIXEIRA FILHO, A.; MELO, W. J. Diagnóstico de uma área compactada por atividade mineraria, na floresta amazônica, empregando métodos geoestatísticos à variável resistência mecânica à penetração do solo**. Acta Amazônica**, Manaus – AM, v. 36, n. 1, p. 83-90, 2006.

RICCI, A. B.; PADOVANI, V. C. R.; JUNIOR, D. R. P. Uso de lodo de esgoto estabilizado em um solo decapitado. I - atributos físicos e revegetação. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa-MG, v. 34 p. 535-542, 2010.

RUPPENTHAL, V.; CASTRO, A. M. C. Efeito do composto de lixo urbano na nutrição e produção de gladíolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.29 p.145-150, 2005;

SEVERINO, L. S.; COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. de M.; LUCENA, A. M. A. de; GUIMARÃES, M. M. B. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, João Pessoa-PB v. 5, n. 1, 2004.

SILVA, A. C.; PEREIRA, L. C. V. S. F.; ABREU, P. A. A. **Serra do Espinhaço Meridional (Paisagens e Ambientes.)** Ed. – Belo Horizonte (BH): O Lutador, 272 p., 2005.

SILVA, F. C.; BOARETTO, A. E.; BERTON, R. S. Efeito de lodo de esgoto na fertilidade de um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado com cana-de- açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.36, n.5, p.831-840, 2001.

SILVA, W. M.; CREMON, C.; MAPELI, N. C.; FERRI, M.; MAGALHÃES, W. A. Atividade microbiana e decomposição de diferentes resíduos orgânicos em um solo sob condições de campo e estresse hídrico simulado. **Agrarian**, Dourados-MS, v.2, n.6, p.33-46, 2009.

SOUZA, C. A. M.; OLIVEIRA, R. B.; FILHOS, S. M.; LIMA, J. S. S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de Adubações. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006.

SOUSA, Z. M.; BEUTLER, A. N.; MELO, V. P.; MELO, W. J. Estabilidade de agregados e resistência à penetração em latossolos adubados por cinco anos com biossólido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.29, p.117-123, 2005.

SPARLING, G.P. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. **Australian Journal Soil Research,** Melbourne, v.30, p. 95-207, 1992;

TAYLOR, H.M.; ROBERTSON, G.M. & PARKER, J.J. Soil strength root penetration relations for medium to coarse textured soil materials. **Soil Science**, Temuco-Chile, v.102, n. 1, p.18-22, 1966.

TAVARES, M. J. V.; NASCIMENTO, J. J. V. R.; SEVERINO, L. S.; VERAS, R. P. **Respiração microbiana no solo contendo torta de mamona em função da variação da umidade**. In: III Congresso Brasileiro de Mamona: Energia e Ricinoquímica. 5 p., 2008;

TEJADA, M.; HEMANDEZ, M. T.; GARCIA, C. Application of Two Organic Amendments on Soil Restoration: Effects on the Soil Biological Properties. **Journal Environ**, v. 35, p. 1010-1017, 2006.

TÓTOLA, M.R. & CHAER, G.M. **Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade do solo.** Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa-MG, p. 195 - 276, 2002.

VIEIRA, G.D'A.; CASTILHOS, D.D.; CASTILHOS, R.M.V. Atributos microbianos do solo após a adição de lodo anaeróbio da estação de tratamento de efluentes de parboilização do arroz. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.35, p.543-550, 2011.

***Anexo 1*:** Resumo da análise de variância dos parâmetros químicos do substrato com a adição de doses crescentes de composto de resíduos orgânico da indústria de fiação e tecelagem, em uma cascalheira no PEB em Diamantina-MG.

Parâmetros Químico	**FV**	**F**		**P valor**	
		0-20 cm	**20-40 cm**	**0-20 cm**	**20-40 cm**
	Bloco	0,780	1,14	0,49	0,37
pH	**Dose**	1,000	1,18	$0,45^{ns}$	$0,39^{ns}$
	Bloco	0,4		0,68	
Al^{3+}	**Dose**	1,99		$0,21^{ns}$	
	Bloco	11,11	9	0,009	0,01
H + Al	**Dose**	2,75	1,67	$0,13^{ns}$	$0,26^{ns}$
	Bloco	13,53	8,03	0,065	0,02
MO	**Dose**	4,65	2,22	$0,05^{ns}$	$0,18^{ns}$
	Bloco	1,88	1,00	0,23	0,41
P	**Dose**	7,10	9,39	$0,02^{*}$	$0,01^{*}$
	Bloco	0,39	2,78	0,68	0,13
K	**Dose**	15,43	12,62	$0,003^{*}$	$0,005^{*}$
	Bloco	2,47	1,32	0,16	0,33
SB	**Dose**	6,5	7,89	$0,02^{*}$	$0,01^{*}$
	Bloco	2,78	1,50	0,13	0,29
T	**Dose**	6,81	7,87	0,02	0,01
	Bloco	0,16	0,67	0,85	0,54
V	**Dose**	7,84	19,43	$0,01^{*}$	$0,001^{*}$
	Bloco	2,46	1,45	0,16	0,3
Ca^{2+}	**Dose**	4,74	11,56	$0,05^{ns}$	$0,006^{*}$
	Bloco	9,52	3,56	0,01	0,09
T	**Dose**	6,89	2,75	0,02	$0,13^{ns}$
	Bloco	2,06	1,61	0,2	0,27
Mg^{2+}	**Dose**	4,94	2,03	$0,04^{*}$	$0,21^{ns}$
	Bloco	0,08	0,01	0,91	0,98
M	**Dose**	4,19	8,25	$0,06^{ns}$	$0,01^{*}$

Al^{3+}= acidez trocável (cmol dm^{-3}); H + Al= acidez potencial (cmol dm^{-3}); MO = matéria orgânica (%); P = fósforo disponivel (mg dm^{-3}); K = potássio disponível (mg dm^{-3}); SB= soma de bases (cmol dm^{-3}); t= CTC efetiva (cmol dm^{-3}); V= saturação por bases (%); Ca^{2+}= cálcio trocável ($cmol_c$ dm^{-3}); T = CTC a pH 7,0 ($cmol_c$ dm^{-3}); Mg^{2+}= magnésio trocável (cmol dm^{-3}) e m= saturação por alumínio (%) sendo * = significativo e ns= não significativo, pelo teste F (5%).

***Anexo 2*:** Resumo da análise de variância para granulometria de um substrato após adição de composto de resíduo orgânico de indústria de fiação e tecelagem sob diferentes dosagens.

p- Valor	**% Argila**		**% Areia**		**% Silte**	
FV	**0-20**	**20-40**	**0-20**	**20-40**	**0-20**	**20-40**
Bloco	0,0743	0,5445	0,0000	0,0069	0,0011	0,0287
Dose	0,9154	0,8398	0,4196	0,9668	0,6566	0,9433

$p < 0,05$ significativo a 5%

***Anexo 3*:** Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) do carbono da biomassa microbiana (CBM), respiração microbiana (CO_2) e do coeficiente metabólico (qCO_2) de um substrato com adição de composto de resíduo orgânico de industria de fiação e tecelagem sob diferentes dosagens.

Variáveis	**CBM**		**CO2**		**qCO2**	
FV	**F**	**p-valor**	**F**	**p valor**	**F**	**p-valor**
Bloco	0,21	0,82	2,5	0,16	1,15	0,37
Dose	7,59	0,02	91,55	0,00	5,82	0,03
CV	30%		44%		69%	

$p < 0,05$ significativo a 5%

CAPÍTULO 3

CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES DO CERRADO NA REVEGETAÇÃO DE UMA CASCALHEIRA COM APLICAÇÃO DE COMPOSTO DA INDÚSTRIA TÊXTIL

RESUMO

O uso de composto orgânico no plantio de espécies florestais visando à recuperação de áreas degradadas e redução de custos com fertilizantes, além disso, melhorar as características químicas, físicas e microbiológicas dos substratos degradados, tornando-os propícios a revegetação. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento inicial e estabelecimento de quatro espécies nativas do Cerrado, submetidas a diferentes doses de composto de resíduo orgânico da indústria de fiação e tecelagem em uma área degradada por extração de cascalho em Diamantina – MG. As espécies utilizadas foram *Kielmeyera lathrophyton* Saddi (Pau santo), *Plathymenia reticulata* Benth (Vinhático), *Dalbergia miscolobium* Benth (Jacarandá do cerrado) e *Bowdichia virgilioides* Kunth (Sucupira preta) fertilizadas com as doses de 0,0; 4,5; 9,0; 18,0 e 36,0 g dm^{-3} de composto orgânico. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, seguindo a metodologia de plantio em ilhas de diversidade em delineamento sistemático tipo "leque" com três repetições. Verificou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis avaliadas. No entanto, os melhores resultados de sobrevivência para as espécies *Kielmeyera lathrophyton*, *Plathymenia reticulata e Dalbergia miscolobium* foram obtidos quando não houve adição de composto na cova. Para *Bowdichia virgilioides* este resultado foi obtido com adição da menor dosagem de composto.Ainda de forma preliminar foi possível determinar que a adição de 4,5 g dm^{-3} de composto de resíduo orgânico de indústria de fiação e tecelagem na cova proporcionou maiores valores de incremento em altura, diâmetro e cobertura de copa para *Plathymenia reticulata* e *Bowdichia virgilioides*.

Palavras-chave: Área degradada, revegetação, resíduo orgânico, indústria têxtil.

ABSTRACT

The use of organic compound in the planting of forest species seeking to the recovery of degraded areas seeks to reduce costs with fertilizers and to improve the characteristics chemistries, physics and microbiológicas of the degraded substrata, turning them favorable the revegetation. The objective of this work was to evaluate the initial growth and the establishment of four native species of the Ticket, submitted to different doses of compound of organic residue of the spinning industry and weaving in an area degraded by gravel extraction in Diamantina - MG. The used species were *Kielmeyera lathrophyton* Saddi (sacred Wood), *Plathymenia reticulata* Benth (Vinhático), *Dalbergia miscolobium* Benth (Jacaranda of the savannah) and *Bowdichia virgilioides* Kunth (black Sucupira) fertilized with the doses of 0,0; 4,5,9,0; 18,0 and 36,0 g dm^{-3} of organic compound. The delineation was used in blocks unexpetead following the planting methodology in diversity islands in delineation systematic type "fan" with three repetitions. It was verified that there was not significant difference among the treatments for the evawated variables. However, the best survival results for the species *Kielmeyera lathrophyton*, *Plathymenia reticulata* and *Dalbergia miscolobium* were obtained when there was not compound addition in the hole. For *Bowdichia virgilioides* this result was obtained with addition of the smallest dosage of compound. Still in a preliminary way it was possible to determine that the addition of 4,5 dm^{-3} of compound of organic residue of textile industry in the hole stimulated larger increment values in height, diameter and top covering for *Plathymenia reticulata and Bowdichia virgilioides*.

Keyword: Degraded area, revegetation, organic residue, textile industry.

1. INTRODUÇÃO

A demanda por cascalho na construção civil gera áreas desprovidas de cobertura vegetal, expostas às intempéries climáticas e com diferentes estágios de degradação. Esta atividade caracteriza-se pelo baixo investimento, por se tratar de uma atividade praticada em pequenas áreas e pela ausência de tecnologia nas fases de produção, controle e recuperação de lavra (BENTO, 2009). Isso resulta em uma degradação intensa do ambiente, com perda de resiliência (CORRÊA, 2006).

O material exposto, após a lavra de extração de cascalho, costuma variar bastante de acordo com a localização, mas genericamente é conhecido como substrato, que apresenta características físicas, químicas e biológicas diferentes do solo (BENTO, 2009), o que dificulta ou inviabiliza o processo de regeneração natural da área após a exploração (DUBOC, 2005). Neste caso, faz-se necessária a recuperação da vegetação com o uso da regeneração artificial.

O sistema de regeneração artificial depende do plantio de mudas, sementes ou material vegetativo (ANDRADE, 2008), visando acelerar o processo de sucessão secundária. Todavia, os solos degradados apresentam limitações quanto à acidez e à fertilidade e os estudos sobre os requerimentos nutricionais de espécies nativas do Cerrado são preliminares, em especial sobre a adubação em campo (DUBOC, 2005).

O plantio de mudas de espécies nativas para recuperação tem sido muito utilizado no Brasil, porém há necessidade de se aprimorarem as técnicas de plantio, principalmente, quando se trata de espécies nativas em áreas mineradas no Cerrado, pois muitos projetos não têm apresentado resultados satisfatórios. Nesse sentido, faz-se necessário investigar técnicas e práticas que proporcionem maior sobrevivência e melhor crescimento de espécies introduzidas em ambientes fortemente degradados (SILVA e CORRÊA, 2008).

Na revegetação de áreas degradadas, deve-se levar em consideração vários aspectos bióticos e abióticos do ecossistema, o nível de degradação e déficit hídrico, e o potencial de adaptação da espécie a ambientes com elevado nível de estresse. A intensidade de degradação do ecossistema influencia no tempo necessário para a recuperação, no número de espécies adaptáveis a área, na sobrevivência, no crescimento e desenvolvimento das mesmas a estes locais. Em muitos casos, são poucas as espécies de ocorrência na região que apresentam características desejáveis para serem utilizadas em programas de recuperação de ambientes degradados com alto nível de restrição.

Dentre as espécies com alto potencial para uso em ambientes com alto nível de restrição, como ocorre nas áreas degradadas, destaca-se as da à família Fabaceae (leguminosas), por apresentarem em sua maioria simbiose eficiente com rizóbio, que fixa N atmosférico, deposição de folhedo, e sementes em baixa relação carbono/nitrogênio e pela ação das raízes (FRANCO et al., 1992; FRANCO et al., 1995; CAMPELLO., 1996; COSTA et al., 2004, SARCINELLI et al., 2004).

O uso de composto orgânico na recuperação de áreas degradadas apresenta vantagens como a redução de custos com o uso de fertilizantes, melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (OLIVEIRA et al., 2002; RUPPENTHAL e CASTRO, 2005) aumentando a retenção de água, agregação, porosidade, capacidade de troca catiônica e quantidade de matéria orgânica tornando-o propício a revegetação.

Atualmente, tem aumentado o interesse de pesquisadores e empresas dos setores de mineração, de geração de energia e florestal na busca de novo método de recuperação que seja adequado às condições do local da extração do mineral, além de ser uma exigência dos órgãos ambientais estaduais e federais (RODRIGUES et al., 2010). É importante, portanto, a avaliação do desempenho de espécies florestais nativas submetidas à adubação utilizando composto orgânico para subsidiar pesquisas e aplicações de técnicas na recuperação de áreas degradadas por extração de cascalho, por meio do plantio de mudas.

Na literatura, dados de crescimento de espécies florestais nativas plantadas em áreas degradadas são escassos e geralmente se resumem à altura e diâmetro da planta, dados relativos à área de copa são raros.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o crescimento e estabelecimento de quatro espécies nativas do Cerrado, submetidas a diferentes doses de composto de resíduo orgânico da indústria de fiação e tecelagem em uma área degradada por extração de cascalho em Diamantina, Minas Gerais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterizações da área – Ver capítulo 2, 2.1 página 35.

2.2 Caracterizações do composto orgânico – Ver capítulo 2, 2.2 página 37.

2.3 Caracterizações do experimento

2.3.1 Escolha das espécies

A escolha das espécies para o plantio de mudas foi de acordo com a ocorrência local, por serem espécies nativas do Cerrado, distribuídas na região, onde se encontra a área de empréstimo de instalação do experimento.

As espécies apresentam características importantes para a recuperação de áreas degradadas como, por exemplo, espécies pioneiras, pertencentes à família Fabaceae e/ou fácil dispersão, bem como a facilidade obtenção de sementes (Quadro 1).

Quadro 1: Espécies nativas do Bioma Cerrado, utilizadas no plantio de mudas em uma área degradada pela extração de cascalho no PEB, em Diamantina – MG. Fonte: LORENZI, 1999.

Nome Científico	Nome Comum	Família	Dispersão	Sucessão Ecológica	Obtenção de sementes
Bowdichia virgilioides Kunth	Sucupira Preta	Fabaceae	Anemocorica	Pioneira	CIPEF
Dalbergia miscolobium Benth	Jacarandá do Cerrado	Fabacea	Anemocorica	Pioneira	Coleta
Kielmeyera lathrophyton Saddi	Pau Santo	Clusiaceae	Anemocorica	Secundária	Coleta
Plathymenia reticulata Benth	Vinhático	Fabaceae	Anemocorica	Pioneira	Coleta

2.3.2 Produção de mudas

As mudas foram produzidas no viveiro do CIPEF da UFVJM. O substrato utilizado consistiu em uma mistura contendo, em volume: 70% de vermiculita, 30% de casca-de-arroz carbonizado e o adubo 4,0 g L^{-1} de e Osmocote de liberação lenta (5 a 6 meses) contendo 15-

09-12 (N- P2O5:K2O) + micronutrientes (3,8% de Ca, 1,5% de Mg, 3,0% de S, 0,02% de B, 0,05% de Cu, 0,5% de Fe, 0,1% de Mn, 0,004% de Mo e 0,05% de Zn).

As sementes utilizadas na produção das mudas foram coletadas na região de Diamantina-MG em árvores matrizes selecionadas para as diferentes espécies estudadas.

A semeadura foi realizada diretamente em tubetes de 180 cm³ para *Kielmeyera lathrophyton* e 55 cm³ para *Bowdichia virgilioides* Kunth, *Dalbergia miscolobium* Benth e *Plathymenia reticulata* Benth. O número de sementes por tubetes variou de acordo com a espécie, sendo uma semente para *Kielmeyera lathrophyton* e três para as outras espécies em estudo.

A germinação foi realizada em casa de vegetação com irrigação controlada três vezes ao dia. Após 30 dias, as mudas foram transferidas para casa de sombra e posteriormente a céu aberto para rustificação. Foram acondicionadas em bandejas, facilitando o manuseio e transporte para o campo e levadas para o plantio em campo após 4 meses da semeadura.

2.3.3 Delineamento experimental - Ver capítulo 2, 2.3 página 39.

2.3.4 Implantação

Em cada raio foram perfuradas 10 covas onde foi feito o plantio de mudas das espécies nativas do Cerrado *Kielmeyera lathrophyton* (Pau santo), *Plathymenia reticulata* (Vinhático), *Dalbergia miscolobium* (Jacarandá do cerrado) e *Bowdichia virgilioides* (Sucupira preta) que foram submetidas a cinco tratamentos com diferentes doses de composto orgânico: 0,0 g dm^{-3}; 4,5 g dm^{-3}; 9,0 g dm^{-3}; 18,0 g dm^{-3} e 36,0 g dm^{-3}. Distribuídos de forma aleatória por sorteio, contemplados em todos os blocos.

As mudas das espécies foram plantadas com uma distância de 1,5 metros entre si nos raios, totalizando 10 mudas por raio, 200 mudas no leque de diversidade e 600 mudas no total. O espaçamento entre as plantas nas linhas foram marcados com trena do centro à cova da bordadura externa.

2.3.5-Tratos silviculturais

Após o plantio, devido ao período de veranico, as mudas foram irrigadas manualmente com o auxílio de regadores durante três semanas.

Métodos de preparo do solo não foram aplicados, pois foi adotado o sistema de plantio direto das mudas na cova. Por se tratar de uma área localizada dentro de uma unidade de conservação, onde o uso de iscas formicidas não é permitido, não foi realizado controle de formiga. No entanto, o controle das plantas infestantes foi feito com capina manual quando

necessário, adotando-se a técnica de coroamento das plantas com raio de aproximadamente 50 cm.

2.3.6- Coleta e análise de dados

Dados meteorológicos diários de precipitação e temperatura no período de janeiro de 2011 a abril de 2012 foram fornecidos pela da Estação Climatológica Principal de Diamantina (18°15' S, 43°36' W altitude 1296 m), localizada a 5,6 km de distância da área de estudos. Estes dados foram empregados para calcular médias de precipitação e temperatura durante o período de implantação e avaliação do experimento.

No mês anterior ao plantio, janeiro de 2011, a precipitação média registrada na cascalheira foi de 114,5 mm, e no mês da implantação do experimento 87,2 mm. Um mês após o plantio, a precipitação média foi de 273,9 mm retornando o período chuvoso em outubro do mesmo ano (Figura 1). A última avaliação foi realizada no final do período chuvoso, em abril de 2012.

As médias de temperaturas máximas e mínimas não variaram muito ao longo deste período, sendo mínima e máxima entre 11,6 a 16,91 °C e 27,32 a 22,31 °C..

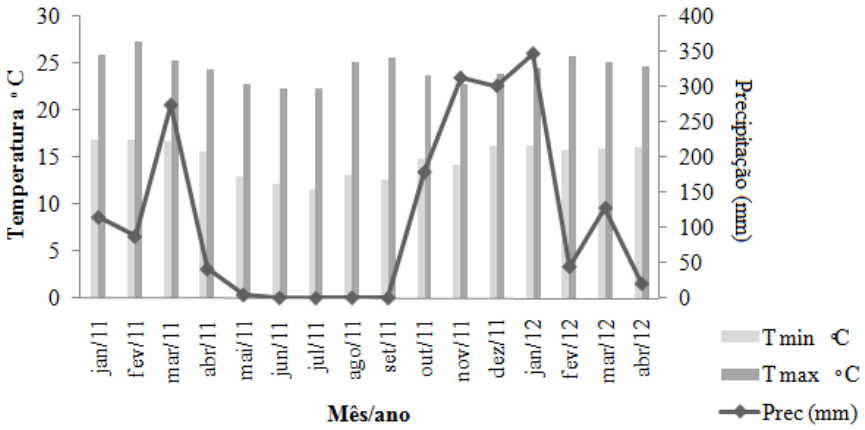


Figura 1: Precipitação e temperaturas médias mensais registradas pelo Instituto Nacional de Metereologia (INMET) para cidade de Diamantina – MG, no período de janeiro de 2011 a abril de 2012.

O monitoramento do experimento foi realizado a partir do replantio em março de 2011 a abril de 2012.

A avaliação da sobrevivência foi realizada com base nos cálculos das taxas de sobrevivência através da equação descrita por Oliveira (2006).

$$T\ \% = \frac{n \times 100}{N}$$

em que:

T % = taxa de sobrevivência

N= número de indivíduos plantados

n= número de indivíduos da última avaliação.

Os dados de sobrevivência foram submetidos aos testes de pressuposições, normalidade e homogeneidade, para a análise de variância. Sendo o *F* significativo, foi realizada a análise de regressão. A análise estatística foi realizada com auxílio do programa *Statistica* 10.0 (STATSOFT, 2010).

A altura foi medida do solo até a gema apical e o diâmetro de copa foi medido norte-sul e leste-oeste com o auxílio da fita métrica graduada em cm. As medidas de diâmetro do coleto foram tomadas com paquímetro digital em mm. Para o cálculo de cobertura de copa (cm²), obtida com os valores de diâmetro de copa, foi utilizada a seguinte fórmula descrita por Leles et al. (2011).

$$CC = \frac{A \times B \times \pi}{4}$$

em que:

CC = cobertura de copa em cm

A = Diâmetro de copa norte/sul em cm

B = Diâmetro de copa leste/oeste em cm

Os resultados de crescimento entre as medições realizadas foram utilizados para calcular o incremento em altura, diâmetro e cobertura de copa para as espécies de acordo com a dose de composto orgânico aplicada.

O cálculo do incremento foi feito pela diferença entre o valor final e o valor inicial (ENCINAS et al., 2005). Os dados de incremento em altura (cm), diâmetro (mm) e cobertura de copa (cm²) foram submetidos aos testes de pressuposições, normalidade e homogeneidade, para a análise de variância.

Quando necessário foi adicionado uma constante aos dados negativos (X+K) e submetidos à transformação em Logaritmo da variável avaliada. Sendo o F significativo, foi realizada a análise de regressão. A análise estatística foi realizada com auxílio do programa *Statistica* 10.0 (STATSOFT, 2010).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Sobrevivência

A percentagem de mudas sobreviventes ao final de 12 meses de avaliação atingiu 50 % do total de indivíduos plantados. De todas as mudas sobreviventes 60 % foram de *Kielmeyera lathrophyton*, 47 % de *Plathymenia reticulata*, 39 % de *Dalbergia miscolobium* e 55 % de *Bowdichia virgilioides*.

Sobrevivência superior ao presente trabalho, de 78 %, foi encontrada em plantios de espécies arbóreas nativas do Cerrado após tratamentos aplicados ao substrato de uma cascalheira, após 18 meses. De todas as mudas mortas 72 % foram da espécie *Kielmeyera lathrophyton* e apenas 7 % das mudas sobreviveram até o final do experimento (SILVA e CORRÊA, 2008).

A porcentagem de árvores sobreviventes ao final de cinco anos, independente da espécie, do total de indivíduos plantados em uma lavra de cascalho adubada com composto de lixo, calcário dolomítico e NPK, foi de 67,2 %. Não houve indivíduos vivos da espécie *Kielmeyera lathrophyton* no plantio (STARR, 2009).

A sobrevivência de espécies nativas do Cerrado, após nove meses, plantadas em área degradas pela extração de cascalho atingiu de 76 %, sendo 83 % para *Plathymenia reticulata* (SAMPAIO e PINTO, 2007), valores acima dos encontrados no presente trabalho.

O índice de sobrevivência médio registrado para os indivíduos implantados e monitorados no topo de uma pilha de rejeito de ardósia foi de 85 %, sendo que a *Plathymenia reticulata* apresentou 100 % de sobrevivência no final da avaliação (FREITAS e JALES 2009)

Resultados para sobrevivência abaixo do encontrado neste trabalho, para *Plathymenia reticulata* e próximo para *Kielmeyera lathrophyton* de 74 e 50 %, foram obtidos na revegetação de áreas degradadas no Cerrado (MUNDIM, 2005).

A taxa de sobrevivência de espécies nativas do Cerrado utilizadas em plantio de recuperação em uma área degradada, no intervalo de 22 meses, foi de 58 %. Observou valor muito abaixo de sobrevivência, comparado ao presente trabalho, para a espécie *Dalbergia miscolobium* de 5 % e valor acima para *Plathymenia reticulata* de 61 % (SILVA, 2007).

As doses de composto não influenciaram na sobrevivência das espécies estudadas. O resultado da análise de variância para sobrevivência mostra que não houve diferença significativa após 12 meses entre as doses de composto orgânico aplicadas, apresentando um alto coeficiente de variação (Anexo 1). Mesmo não apresentando diferença estatisticamente

significativa, os percentuais de sobrevivência apresentaram maior ou menor valor em função das doses de composto aplicado.

O maior valor de sobrevivência para a espécie *Kielmeyera lathrophyton* ocorreu sem a utilização de composto orgânico, sendo 17, 24 % maior que o percentual com a adição de 4,5; 9,0 g dm^{-3} e 20 % maior comparado a adição de 18,0 e 36,0 g dm^{-3} de composto (Figura 2-A).

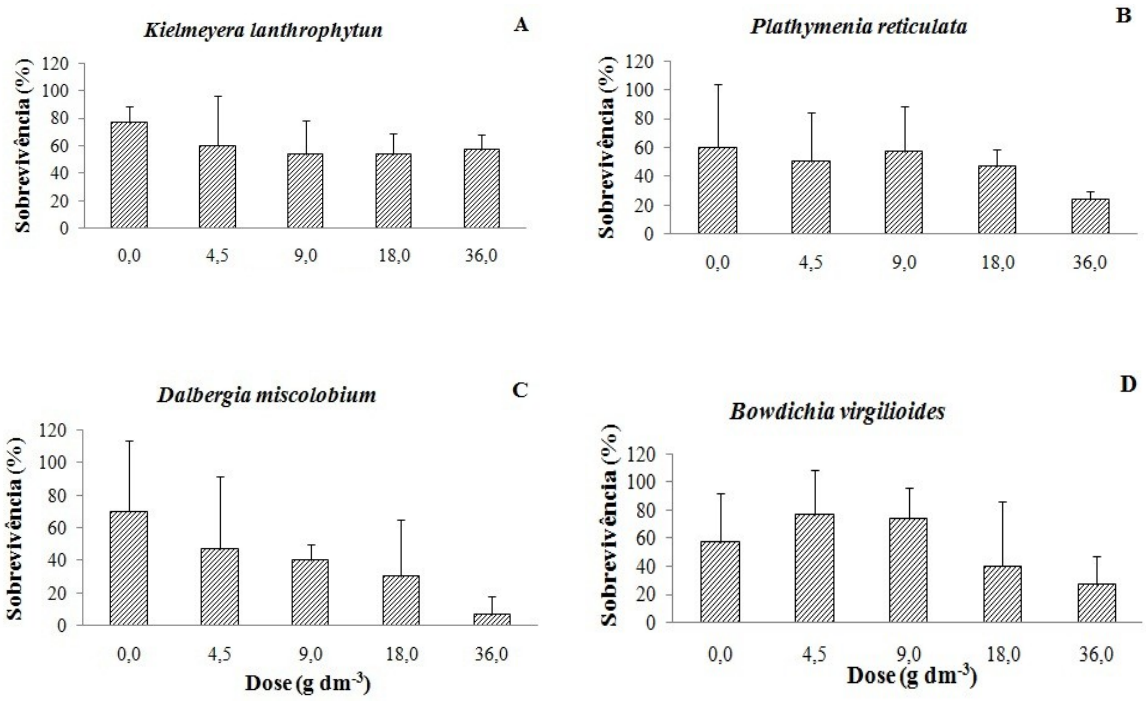


Figura 2: Porcentagem de sobrevivência das mudas de *Kielmeyera lathrophyton* Saddi (A) *Plathymenia reticulata* Benth (B) *Dalbergia miscolobium* Benth (C) e *Bowdichia virgilioides* Kunth (D) após 12 meses de plantio sob diferentes doses de composto orgânico, em uma cascalheira no PEB, Diamantina- MG.

A sobrevivência das mudas de *Plathymenia reticulata* sem aplicação de composto orgânico foi 37 % maior em relação à adição de 36,0 g dm^{-3} de composto (Figura 2-B).

A sobrevivência da espécie *Plathymenia reticulata,* após 12 meses, em plantio sob diferentes condições de adubação orgânica e roçagem, foi de 100 %. Uma tendência de aumento após a adubação (ANTEZANA et al., 2008).

Para *Dalbergia miscolobium*, houve uma tendência de decréscimo na sobrevivência com a aplicação de doses crescentes de composto. A sobrevivência, quando não foi

adicionado composto ao substrato, foi 60 % maior comparado ao percentual de sobrevivência quando houve a adição de 36,0 g dm^{-3} (Figura 2-C).

Algumas espécies de Cerrado não se desenvolvem bem quando adubadas, pois estão adaptadas às condições de solo mediamente ácido e deficiente em fósforo disponível. Entretanto, isso não significa que elas não são capazes de responder a uma maior disponibilidade de nutrientes (VILELA e HARIDASAN, 1994; SILVA e CORRÊA, 2008; STARR, 2009).

Os resultados em porcentagens para *Bowdichia virgilioides* mostram que a aplicação de 4,5 g dm^{-3} de composto proporcionou maior sobrevivência da espécie, sendo 50 % maior comparado a aplicação de 36,0 g dm^{-3} (Figura 2-D).

Na área de plantio foi observada característica de rebrota das espécies sendo mais freqüente para *Kielmeyera lathrophyton.* Nos trabalhos de recomposição da cobertura vegetal é interessante observar as espécies que tem a capacidade de rebrotar a partir da parte subterrânea (FREITAS e JALES, 2009). A inclusão dessas espécies em modelo de recomposição é de extrema importância, pois, após passarem por períodos desfavoráveis a sua sobrevivência, elas conseguem rebrotar apresentando, muitas vezes, maior vigor.

As condições adversas, soterramento e compactação, influenciaram de maneira negativa no estabelecimento e desenvolvimento de *Kielmeyera lathrophyton e Dalbergia miscolobium.* Entre as mudas sobreviventes da espécie *Kielmeyera lathrophyton* 60 % sofreram danos por soterramento na área de plantio. Além dos prejuízos causados por soterramento de 69%, *Dalbergia miscolobium* apresentou seca de ponteiro em 22 % das mudas que sobreviveram após 12 meses de plantio.

O local onde foi realizado o plantio de mudas apresenta uma tendência da resistência mecânica à penetração onde as faixas de 10 a 30 cm de profundidade mostra elevação nos valores, variando de 2,45 a 3,55 Mpa (Capítulo 2), indicando que o substrato minerado após 12 meses encontra-se compactado até os 30 cm de profundidade podendo restringir ao crescimento de raízes, independente da aplicação de composto orgânico. A compactação do local pode ter causado a seca de ponteiro em mudas de *Dalbergia miscolobium*.

A seca de ponteiro foi observada para algumas espécies, em plantio em área de Cerrado degradada próxima a Usina Hidreletrica de Camargos-MG, após 36 meses, que contribuiu para os reduzidos valores de altura e área de copa, devido provavelmente à compactação do solo, que desencadeia uma série de aspectos negativos, com destaque para a

redução na absorção de água e nutrientes pelas plantas, e resistência mecânica ao crescimento radicular (FARIA et al., 1997).

O crescimento de espécies arbóreas, plantadas em área degradada à margem do rio grande na usina hidrelétrica de Camargos-MG, foi afetado pela presença de camadas restritivas ao crescimento radicular e pelo gradiente topográfico (FERREIRA et al., 2007).

Decremento em altura, diâmetro e cobertura de copa foi observado em plantios de espécies nativas sob diferentes adubações. Esse resultado pode estar relacionado com morte da planta, soterramento, seca de ponteiro ou quaisquer condições adversas que ocorreram no local (ANTEZANA, 2008).

Os valores de incremento médio em altura, diâmetro do coleto e diâmetro de cobertura de copa foram analisados apenas para *Plathymenia reticulata* e *Bowdichia virgilioides*, visto que os resultados para as outras espécies poderiam ser influenciados pelas condições adversas do local e não pelos tratamentos em estudo.

3.2 Crescimento Inicial

A média geral do incremento no plantio independente da espécie foi de 4,66 cm em altura, 1,55 mm em diâmetro e 158,59 cm² em cobertura de copa. A espécie *Plathymenia reticulata* apresentou média de incremento em altura, diâmetro e cobertura de copa de 9,84 cm; 2,39 mm e 360,45 cm². Para a *Bowdichia virgilioides* os resultados encontrados foram de 8,93cm; 2,59mm e 251,05 cm² de incremento em altura, diâmetro e cobertura de copa.

Média em incremento em altura de 5,6cm, foi encontrada em plantio de especies nativas do Cerrado, após nove meses, em area degradada pela extração de cascalho na Bacia do Rio Paranoá-DF. Para a espécie *Plathymenia reticulata,* essa média foi de 7,70cm (SAMPAIO e PINTO, 2007).

A média de incremento e diametro, após 24 meses, foi de de 41,7 cm e 9,61 mm, para *Plathymenia reticulata* em plantio de espécies nativas usadas na revegetação de áreas degradadas por mineração no Cerrado (MUNDIM, 2005).

O incremento em altura variando entre 10,0 a 20,0 cm e incremento em diâmetro inferior a 5,0 mm, para a *Bowdichia virgilioides*, foi encontrado em plantio de espécies nativas na restauração de uma área pertubada de Cerrado sentido restrito em ambiente urbano no Distrito Federal (OLIVEIRA, 2006).

Os melhores índices de incremento em altura, no período de três anos, foram observados para *Plathymenia reticulata* e *Bowdichia virgilioides* em plantio de espécies

nativas do Cerrado, visando à restauração ecológica de áreas degradadas pela mineração de ardósia em Papagaio-MG (FREITAS e JALES, 2009).

Vale ressaltar que, as espécies em questão pertencem a família Fabaceae. Maiores valores em altura e melhor desenvolvimento são observados para espécies florestais pertencentes a esta família, em plantios de reflorestamento (ALVES et al., 2011; FERREIRA et al., 2007).

A utilização de leguminosas na revegetação de áreas degradadas é conhecida pela eficiência na fixação de N_2, que, em geral, é muito pouco disponível ou ausente em áreas de mineração de superfície. Além disso, raízes de leguminosas contribuem para melhorar a agregação do solo nessas áreas, facilitando a colonização por outras espécies (GONÇALVES-ALVIM et al., 2002).

Não houve diferença estatística significativa entre as doses de composto aplicadas em incremento em altura, diâmetro e cobertura de copa para as duas espécies *Plathymenia reticulata* e *Bowdichia virgilioides*, com alto coeficiente de variação (Anexo 2 e 3). No entanto podem ser observados valores com maiores amplitudes entre os tratamentos aplicados.

O comportamento estatístico verificado no trabalho pode ser explicado pelo elevado coeficiente de variação apresentado pelas variáveis em estudo. Este resultado indica que uso de composto usado em mistura com o solo teve influência, porém pouco expressiva sobre o desenvolvimento e a sobrevivência, quando comparados ao plantio em condições de solo sem adubação.

O maior valor de incremento em altura, para a *Plathymenia reticulata,* foi com a adição de 4,5 g dm^{-3} de composto orgânico, sendo 17 % maior do que quando não houve adição de composto na cova (Figura 3).

O maior resultado médio em incremento em altura, para *Bowdichia virgilioides* foi com aplicaçao de 4,5 g dm^{-3}, 66 % e 72 % maior comparado ao crescimento sem adubação com e com a aplicaçao de 36 g dm^{-3} de composto (Figura 3).

O mesmo padrão de crescimento para altura foi observado para incremento em diâmetro para espécie *Plathymenia reticulata,* em que o maior valor encontrado foi com a aplicação de 4,5 g dm^{-3}, 63 % maior comparado ao tratamento. sem a aplicação de composto orgânico (Figura 3).

O maior valor em incremento em diâmetro para *Bowdichia virgilioides* foi obtido com a aplicaçao 4,5 g dm^{-3}, sendo 20 % maior que o tratamento em que não houve adição de

composto na cova e 67 % maior comparado a aplicação da maior dosagem, 36,0 g dm^{-3}, (Figura 3).

As considerações dos resultados obtidos neste trabalho, baseadas na classificação feita por Duboc e Guerrini (2006), para *Plathymenia reticulata,* de acordo com o intervalo diamétrico foram que: crescimento muito lento de 0,0 a 1,5 mm; lento 1,5 a 2,5mm; médio 2,5 a 3,5 mm; bom 3,5 a 4,5 mm e rápido acima de 4,5 mm. Neste sentido, o crescimento geral no plantio e para espécie *Plathymenia reticulata* foi lento, já para *Bowdichia virgilioides* foi considerado médio. Para *Plathymenia reticulata* sem a adição de composto, com a aplicação de 18,0 e 36,0 g dm^{-3} foi considerado crescimento lento e muito lento, a adição de 4,5 e 9,0 g dm^{-3} proporcionaram um crescimento médio.

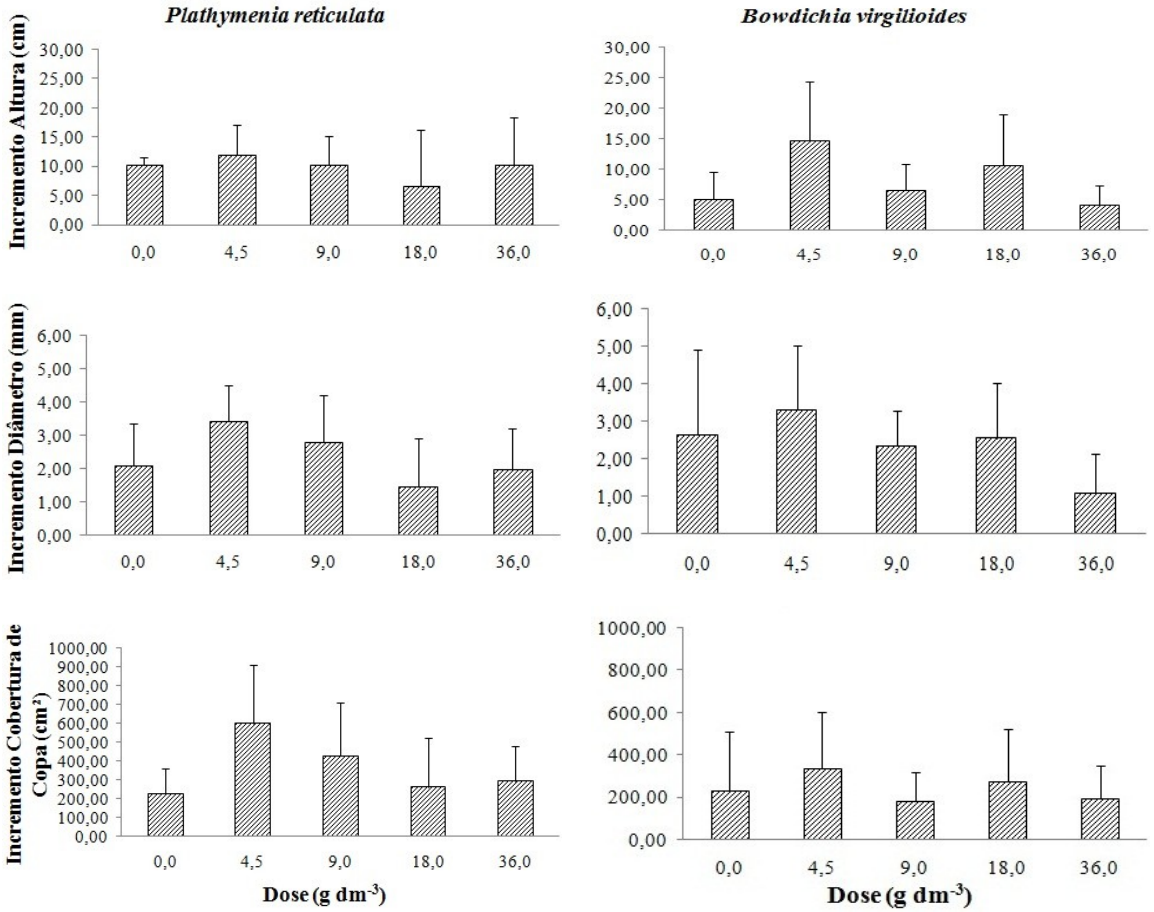


Figura 3: Incremento em altura (cm), diâmetro (mm) e cobertura de copa (cm²) para *Plathymenia reticulata* Benth e *Bowdichia virgilioides* Kunth após 12 meses de plantio sob diferentes doses de composto de resíduo orgânico de indústria de fiação e tecelagem, em uma cascalheira no PEB, Diamantina- MG..

A aplicação de menores dosagens de composto orgânico no substrato incorpora quantidades adequadas de P ao solo que proporciona, contudo a melhoria no crescimento. Em estudos realizados, Duboc e Guerrini (2006) determinam que a adubação de P condicionou a *Plathymenia reticulata* melhores resultados de crescimento.

A espécie *Bowdichia virgilioides* apresentou crescimento médio quando não houve aplicação de composto e com adição de 4,5 e 18,0 g dm^{-3}. Com a incorporação de 9,0 e 36,0 g dm^{-3} foi considerado lento e muito lento.

O incremento em cobertura de copa para *Plathymenia reticulata* foi maior com a aplicação de 4,5 g dm^{-3} de composto orgânico, sendo 62 % maior que o tratamento em que não houve aplicação. O maior incremento de cobertura de copa para *Bowdichia virgilioides* foi obtido também com adiçao de 4,5 g dm^{-3} de composto, 32 % a mais em relação ao controle (Figura 3).

Maiores valores em altura e diâmetro do colo, para produção de mudas da espécie leguminosa Sesbania, em substrato de cavas de extração de argila enriquecido com subprodutos agroindustriais e urbanos, foram encontrados no tratamento em que não houve adiação dos subprodutos orgânicos (COUTINHO et al., 2006).

O crescimento em altura para a espécie do Cerrado, *Astronium fraxinifolium* (Gonçalo Alves), foi favorecido pela aplicação de doses de lodo de esgoto adicionadas a basalto (SILVA et al., 2008).

Melhor desempenho em campo, para espécies florestais nativas, foi encontrado em condições de adubação, com destaque para esterco de galinha. Isso mostra, que o uso de adubação orgânica é plenamente viável em plantio com essas espécies (SOUSA et al., 2006).

Maior crescimento de mudas de espécies florestais nativas (*Enterolobium contortisiliquum*) e exóticas (*Acácia sp.* e *Senna simea*) foram obtidos com aplicação de lodo de esgoto como fertilizante (FAUSTINO et al., 2005; CUNHA et al., 2006; PAIVA et al., 2009). Tal informação concorda com o presente estudo, indicando o maior crescimento das mudas com a utilização de composto orgânico, porém com a menor dosagem.

O melhor desenvolvimento de mudas de *Hymenaea stigonocarpa (*Jatobá-do-Cerrado), espécie nativa do Cerrado da mesma família das espécies em estudo, foi obtido quando não houve adição de matéria orgânica entre tratamentos testados com doses de composto orgânico comercial (SANTOS et al., 2011).

O crescimento de *Stryphnodendron polyphyllum* (Barbatimão), espécie do Cerrado e leguminosa pertencente à família Fabaceae, foi sistemático ao longo do período, com os

maiores valores para os tratamentos que receberam calagem, adubação e resíduos orgânicos, especialmente o aguapé como fonte de matéria orgânica (CALGARO et al., 2008).

Parâmetros biométricos das mudas de *Schinus terebinthifolios* (Aroeira-vermelha) foram influenciados de maneira significativa com a utilização de diferentes proporções do composto orgânico no substrato (CALDEIRA et al., 2008).

Não hove influência estatística significativa entre diferentes proporções de composto de lixo urbano no desenvolvimento inicial de *Erythrina crista-galli*, *Enterolobium contortisiliquum* e *Schizolobium parahyba*, espécies da família Fabaceae. Porém, o uso como substrato para a produção de mudas pode ser uma forma alternativa de emprego de composto de lixo urbano na busca do manejo ambiental sustentável (DENEGA et al., 2007).

O rápido crescimento da parte aérea é importante em trabalhos de recuperação de áreas degradadas sendo responsável pelo recobrimento do solo e produzir grande quantidade de folhas. A queda das folhas no solo é importante para a ciclagem de nutrientes e o acréscimo da matéria orgânica de baixa relação carbono e nitrogênio, favorecendo as características biológicas, físicas e químicas do solo (COUTINHO et al., 2006).

No estudo realizado na cascalheira, a adição da menor dosagem (4,5 g dm^{-3}) de composto de resíduo orgânico da indústria de fiação e tecelagem proporcionou em média maior incremento em altura, diâmetro e cobertura de copa para *Plathymenia reticulata* e *Bowdichia virgilioides*. Neste sentido é interessante a aplicação desta pequena dosagem de composto ao substrato para o plantio dessas espécies.

4. CONCLUSÕES

Não houve diferença estatística entre as doses de composto aplicadas na cova, para sobrevivência, incremento em altura, diâmetro e cobertura de copa para as espécies avaliadas. No entanto os valores médios indicaram que:

Os maiores percentuais de sobrevivência para as espécies *Kielmeyera lathrophyton*, *Plathymenia reticulata* e *Dalbergia miscolobium* foram obtidos quando não houve adição de composto na cova. Para *Bowdichia virgilioides* este resultado foi obtido com adição de 4,5 g dm^{-3}de composto de resíduo orgânico de indústria de fiação e tecelagem.

Ainda de forma preliminar foi possível determinar que a adição de 4,5 g dm^{-3} de composto de resíduo orgânico de indústria de fiação e tecelagem na cova proporcionou maiores valores de incremento em altura, diâmetro e cobertura de copa para *Plathymenia reticulata* e *Bowdichia virgilioides*.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. P. A. **Avaliação da utilização de protetor físico de germinação e semeadura direta das espécies *Copaifera langsdorffi* Desf. E *Enterolobium contortisiliquum* (Vell) Morong em área degradada pela mineração.** Dissertação de mestrado apresentada a Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Florestal. Brasília - DF, 69p. 2008.

ALVES, C. S.; SIMÃO, J. B. P.; CONCEIÇÃO, W. F. S. **Avaliação do desenvolvimento inicial de espécies florestais em reflorestamento misto no sul do estado do espírito santo.** *In:* VI Jornada de Iniciação Cientifica, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação, Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória-ES, 2011.

ANTEZANA, F. L. **Crescimento de 15 espécies nativas do Bioma Cerrado sob diferentes condições de adubação e roçagem, em Planaltina – DF**. Dissertação de Mestrado, apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Brasília-DF, 84p. , 2008.

ANTEZANA, F. L.; SILVA, J. C. S.; DUBOC, E. **Mortalidade de espécies do cerrado após doze meses de plantio, sob diferentes condições de adubação orgânica e roçagem em Planaltina-DF.** *In:* IX Simpósio Nacional Cerrado: Desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais, Parla Mundi, Brasília-DF, 2008.

BENTO, M. A. B. **Avaliação da Qualidade dos Substrattos Minerados em Cinco Cascalheiras Revegetadas no Distrito Federal.** Dissertação de apresentada ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, Brasília-DF, 128 p. 2009.

CALDEIRA, M. V. W.; ROSA, G. N.; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de Aroeira-Vermelha. **Scientia Agrarias**, Curitiba-PR, v.9, n.1, p.27-33, 2008;

CALGARO, H. F.; FILHO, W. V. V.; AQUINO, S. S.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R. Adubação química e orgânica na recuperação da fertilidade de subsolo degradado e na micorrização do *Stryphnodendron polyphyllum.* **Revista Brasileira de Ciências do Solo, Viçosa-MG,** v. 32, p. 1337-1347, 2008.

CAMPELLO, E. F. C. **O Papel de leguminosas arbóreas noduladas e micorrizadas na recuperação de áreas degradadas (Parte I).** *In:* BALENSIEFER, M. Recuperação de Áreas Degradadas**,** III Curso de atualização, Curitiba-PR, p. 09-16, 1996.

COSTA, G. S. et al. Aporte de nutrientes pela serapilheira em uma área degradada e revegetada com leguminosas arbóreas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo Viçosa-MG**, v.28, n.5, p.919-927, 2004.

CORRÊA, R. S. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração do Cerrado** – Manual para revegetação. Ed. Universa, Brasília-DF, 2006.

COUTINHO, M. P.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G.; RODRIGUES, L. A.; SIQUEIRA, J. Substrato de cavas de extração de argila enriquecido com subprodutos agroindustriais e urbanos para produção de mudas de Sesbânia. **Revista Árvore,** Viçosa-MG, v.30, n.1, p.147-153, 2006.

CUNHA, A.M.; CUNHA, G.M.; SARMENTO, R.A.; CUNHA, G.M.; AMARAL, J.F.T.; Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia* sp. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.2, p.207-214, 2006.

DENEGA, S.; MAGGI, M. F.; JADOSKI, S. O.; VALÉRIO, A. F.; QUEROZ, G. I.; IACHINSKI, E. O. Efeito de composto de lixo urbano no desenvolvimento inicial de três espécies florestais nativas. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, Guarapuava-PR, v. 3, n. 3, p. 353-362, 2007.

DUBOC, E. **Desenvolvimento inicial e nutrição de espécies arbóreas nativas sob fertilização, em plantios de recuperação de áreas de cerrado degradado.** Tese Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, 153 p. 2005.

DUBOC, E.; GUERRINI, I. A. Desenvolvimento inicial e nutrição do vinhático em áreas de Cerrado degradado. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/EMBRAPA Cerrados**, 22p. 2006.

ENCINAS, J. I.; SILVA, G. F.; PINTO, J. R. R. Idade e crescimento de arvores. UnB, Departamento de Engenharia Floresta, **Comunicações técnicas florestais**, Brasília-DF, v. 7, n. 1, p. 40, 2005;

FARIA, J. M. R.; DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. Comportamento de espécies florestais em área degradada, com duas adubações de plantio. **Cerne**, Lavras-MG, v.3, n.1, p.25-44, 1997.

FAUSTINO, R.; KATO, M.T.; FLORÊNCIO, L.; GAVAZZA, S. Lodo de esgoto como substrato na produção de *Senna siamea*. Lam. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-RS, v.9, p.278-282, 2005.

FERREIRA, W. C.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. Avaliação do crescimento do estrato arbóreo de área degradada revegetada a margem do Rio Grande, na Usina Hidrelétrica de Camargos, MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.1, p.177-185, 2007.

FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F.; SILVA, E. M. R.; FARIA, S. M. Revegetaçao de Solos Degradados. **Comunicado Técnico- Ministerio da Agricultura e da Reforma agrária,** EMBRAPA – CNPAB. n. 9, p. 1-9, 1992.

FRANCO, A. A.; DIAS, L. E.; FARIA, S. M.; CAMPELLO, E. F. C.; SILVA, E. M. R. Uso de leguminosas florestais noduladas e micorrizadas como agentes de recuperação e manutenção da vida do solo: um modelo tecnológio. **Oecologia Brasiliensis,** Rio de Janeiro-RJ, v. 1, p. 459-467, 1995.

FREITAS, V. L.O.; JALES, L. F. Comportamento inicial de espécies nativas do cerrado visando à restauração ecológica de áreas degradadas pela mineração de ardósia-Papagaio/MG. ***In:*** IX Congresso de Ecologia do Brasil, São Lourenço-MG, 2009.

GONÇALVES-ALVIM, S. J.; ALMEIDA, C.; KRAFETUSKI, A. C., FERNANDES, F., CLETO, S. FERNANDES, G. W. Diversidade de plantas em áreas degradadas no

quadrilátero ferrífero, Minas Gerais. *In:* SOBRADE : Simpósio nacional sobre recuperação de áreas degradadas água e biodiversidade, Belo Horizonte, p.152-154, 2002.

LELES, P. S. S.; ABAURRE, G. W.; ALONSO, J. M.; NASCIMENTO, D. F.; LISBOA, A. C. Crescimento de espécies arbóreas sob diferentes espaçamentos em plantios de recomposição florestal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, v. 39, n. 90, p. 231-239, 2011.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras. **Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, v. 2, p. 254, 1999.

MUNDIM, T. G. **Avaliação de espécies nativas usadas na revegetaçao de áreas degradadas no cerrado.** Trabalho final de curso, Apresentado ao Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Brasília, DF, 100 p. 2005.

OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. E.; MARCIANO, C. R. & ABREU Jr., C. H. Alterações em atributos químicos de um Latossolo pela aplicação de composto de lixo urbano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 37, p. 529-538, 2002.

OLIVEIRA, F. F. **Plantio de espécies nativas e uso de poleiros artificiais na restauração de uma área pertubada de cerrado sentido restrito em ambiente urbano no Distrito Federal, Brasil.** Dissertação de Mestrado em Ecologia apresentada a Universidade de Brasília, Brasília-DF, 155 p. 2006.

PAIVA, A.V.; POGGIANI, F.; GONÇALVES, J.L.M.; FERRAZ, A.V. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas, adubadas com diferentes doses de lodo de esgoto seco e com fertilização mineral. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, v.37, n.84, p.499-511, 2009.

RODRIGUES, D. R.; MARTINS, S. V. & LEITE, H. G. Avaliação do potencial da transposição da serapilheira e do banco de sementes do solo para restauração florestal em áreas degradadas. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.1, p.65-73, 2010.

RUPPENTHAL, V.; CASTRO, A. M. C. Efeito do composto de lixo urbano na nutrição e produção de gladíolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 29, p. 145-150, 2005.

SAMPAIO, J. C.; PINTO, J. R. R. Critérios para Avaliação do Desempenho de Espécies Nativas Lenhosas em Plantios de Restauração no Cerrado. **Nota Cientifica- Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre-RS, v. 5, supl. 1, p. 504-506, 2007.

SANTOS, L. C. R.; COSTA, E. LEAL, P. A. M.; NARDELLI, E. M. V.; SOUZA, G. A. Ambientes protegidos e substratos com doses de composto orgânico comercial e solo na formação de mudas de Jatobazeiro em Aquidauana – MS. **Engenharia Agrícola,** Jaboticabal-SP, v.31, n.2, p.249-259, 2011.

SARCINELLI, T. S.; RIBEIRO, E. S.; DIAS, L. E.; LYNCH, L. S. Sintomas de deficiência nutricional em mudas de *Acacia holosericea* em resposta à omissão de macronutrientes. **Revista Árvore,** Viçosa-MG, v.28, n.2, p.173-181, 2004.

SILVA, J. C. S. **Desenvolvimento inicial de espécies lenhosas , nativas e de uso múltiplo na recuperação de áreas degradadas de cerrado sentido restrito no Distrito Federal**.

Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília ao Departamento de Engenharia Florestal, Brasília-DF, 120 p. 2007.

SILVA, E. A.; CASSIOLATO, A. M. R.; MALTONI, K. L.; SCABORA, M. H. Efeitos da roçagem e de resíduos orgânicos sobre aspectos químicos e microbiológicos de um subsolo exposto e sobre o crescimento de *Astronium fraxinifolium* Schott1. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.2, p. 323-333, 2008.

SILVA, L. C. R.; CORRÊA, R. S. Sobrevivência e crescimento de seis espécies arbóreas submetidas a quatro tratamentos em área minerada no cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.4, p.731-740, 2008.

SOUSA, C. A. M.; OLIVEIRA, R. B.; FILHO, S. M.; LIMA, J. S. S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal,** Santa Maria-RS, v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006.

STARR, C. R. **Avaliação da sucessão ecológica e do desenvolvimento de arvores em uma lavra de cascalho revegetada do Distrito Federal.** Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Publicação Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 71 p. 2009.

VILELA, D. M.; HARIDASAN, M. Response of the graund layer comunity of a Cerrado vegetation in central Brazil to limining and irrigation. **Plant and soil**, Netherlands, v. 163, p. 25-31, 1994.

Anexo 1: Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) para sobrevivência de quatro espécies do Cerrado submetidas à adubação com diferentes doses de composto de resíduo orgânico de indústria de fiação e tecelagem.

Sobrevivência (%)	*Kielmeyera lanthrophytum*		*Plathymenia reticulata*		*Dalbergia miscolobium*		*Bowdichia virgilioides*	
FV	***F***	**P-valor**	***F***	**P-valor**	***F***	**P-valor**	***F***	**P-valor**
Bloco	6,00	0,02	7,51	0,01	4,51	0,04	6,52	0,02
Dose	1,16	0,39	1,67	0,24	2,55	0,12	2,71	0,10
CV	34%		59%		90%		62%	

p < 0,05 significativo a 5% de significância.

Anexo 2: Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) para incremento em altura (ICH), diâmetro (ICD)e cobertura de copa (ICC) para *Plathymenea reticulata* Benth submetida à adubação com diferentes doses de composto de resíduo orgânico de indústria de fiação e tecelagem.

Plathymenia reticulata						
	ICH (cm)		**ICD (mm)**		**ICC (cm²)**	
FV	***F***	**P-valor**	***F***	**P-valor**	***F***	**P-valor**
Bloco	0,97	0,41	0,11	0,88	0,46	0,64
Dose	0,77	0,57	1,49	0,29	1,1	0,41
CV		64%		66%		81%

p< 0,05 significativo a 5% de significância.

Anexo 3: Resumo da análise de variância e coeficiente de variação (CV) para incremento em altura (ICH), diâmetro (ICD)e cobertura de copa (ICC) para *Bowdichia virgilioides* Kunth, submetida à adubação com diferentes doses de composto de resíduo orgânico de indústria de fiação e tecelagem.

Bowdichia virgilioides						
	ICH (cm)		**ICD (mm)**		**ICC (cm²)**	
FV	***F***	**P-valor**	***F***	**P-valor**	***F***	**P-valor**

Bloco	4,69	0,04	4,39	0,05	5,51	0,03
Dose	1,84	0,21	1,41	0,31	6,34	0,83
CV		99%		82%		100%

$p < 0,05$ significativo a 5% de significância

CAPÍTULO 4

CRESCIMENTO DE *Chamaecrista debilis* (Vogel) Irwin & Barneby ADUBADA COM DOSES DE COMPOSTO ORGÂNICO EM UMA ÁREA DEGRADADA PELA EXTRAÇÃO DE CASCALHO.

RESUMO

A espécie *Chamaecrista debilis* (Vogel) Irwin & Barneby é nativa do bioma cerrado e pertence à família Fabaceae. Espécies deste gênero, geralmente, possuem associações micorrízicas com microorganismos que desempenham importante papel na captura e mobilização de nutrientes do solo. O processo de compostagem vem sendo largamente utilizado por empresas brasileiras como forma de tratamento dos resíduos sólidos orgânicos, transformando-os em húmus, que podem ser utilizados diretamente nos plantios florestais como condicionadores de solo. O presente trabalho teve como objetivo avaliar desenvolvimento inicial das mudas de *Chamaecrista debilis* em plantio com doses de composto orgânico de resíduo de indústria de fiação e tecelagem e o potencial da espécie na recuperação de uma área de Cerrado degradada por mineração de cascalho. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualisados com três repetições e quatro tratamentos: 0,0; 30,0; 60,0 e 120,0 g dm^{-3} de composto orgânico como adubo por cova. Os resultados indicaram que não houve diferença significativa entre os tratamentos para incremento em altura e diâmetro. O maior valor de incremento em altura e diâmetro ocorreu sem a adição e com a aplicação de, 60,0 g dm^{-3} de composto de resíduo orgânico de indústria de fiação e tecelagem, no entanto é necessária a realização de avaliações futuras. A taxa de sobrevivência apresentou decréscimo significativo com a aplicação das maiores dosagens de composto orgânico. A espécie *Chamaecrista debilis* apresentou características importantes para recuperação de área degradada, como rápido crescimento e produção de biomassa.

Palavras-chave: Revegetação, atividade de mineração, compostagem, Fabaceae.

ABSTRACT

The species *Chamaecrista debilis* (Vogel) Irwin & Barneby is native of the closed bioma e pertenceat the family Fabaceae. Species of this gender usually possess associations micorrízicas with microorganisms that play important part in the capture and mobilization of nutrients of the soil. The compostagem process has been used broadly by Brazilian companies as form of treatment of the organic solid residues, transforming them in humus, that can be used directly in the forest plantings as conditioning of soil. The present work had as objective evaluates initial development of the seedlings of *Chamaecrista debilis* in planting with doses of organic compound of residue of spinning industry and weaving and the potential of the species in the recovery of an area of Thicket degraded by gravel mining. The used experimental delineation was in blocks unexpected with three repetitions and four treatments: 0,0; 30,0; 60,0 and 12,0 g dm^{-3} of organic compound as fertilizer for hole. The results indicated that there was not significant difference among the treatments for increment in height and diameter. The largest increment value in height and diameter happened without the addition and with the application of ,60,0 g dm^{-3} of compound of organic residue of spinning industry and weaving, however it is necessary the accomplishment of future evaluations. The survival rate presented significant decrease with the application of the largest dosage of organic composition. The species *Chamaecrista debilis* presented important characteristics for recovery of degraded area, as fast growth and biomass production.

Keyword: Revegetation, mining activity, compostagem, Fabaceae.

1. INTRODUÇÃO

A falta de planejamento no uso dos recursos naturais tem resultado na degradação dos ecossistemas florestais. Nos últimos anos, surgiram vários programas visando à recuperação desses ambientes, considerando vários fatores, entre eles o ecológico, o silvicultural, o social e, o econômico (SANTOS et al., 2012).

O uso da vegetação nativa na recuperação de áreas degradadas tem-se constituído em um dos principais instrumentos de uso, com resultados satisfatórios (ANGELIS NETO et al., 2004), tanto no aspecto de proteção do solo contra ação direta da chuva e raio solares, quanto na disponibilização de nutrientes e matéria orgânica.

A revegetação de áreas degradadas originadas da atividade de mineração pela extração de cascalho requer técnicas adequadas, sendo importante observar a interação positiva entre adubação e plantas de cobertura que tenham maior potencialidade de adição de biomassa, visto que nessas áreas de empréstimo foi removida toda a vegetação e a camada fértil do solo (ALVES, 2008).

O gênero *Chamaecrista* apresenta grande importância quanto à fixação biológica de nitrogênio (JAMES, 2007). Possui associações micorrízicas com microorganismos que desempenham importante papel na aquisição e mobilização de nutrientes do solo, promovendo ganhos no crescimento e desenvolvimento das plantas (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

A espécie *Chamaecrista debilis* (Vogel) Irwin & Barneby é nativa do bioma cerrado e pertence à família Fabaceae. Geralmente ocorre em áreas abertas, possui rápido crescimento e grande produção de biomassa. Neste sentido, destaca-se a importância da espécie em projetos de revegetaçao de areas degradadas.

Dentre as principais lacunas que existem sobre recuperação de áreas degradadas ressalta-se a falta de conhecimentos no que se refere à adubaço de espécies nativas, considerado um fator condicionante para o crescimento de mudas em ambientes cujo solo encontra-se totalmente degradado.

Atualmente, devido à crescente atividade urbana e industrial, verifica-se um problema sendo gerado pelo acúmulo de resíduos derivados destas atividades. Dentre os resíduos gerados, pode-se citar o resíduo solido de indústria têxtil (GONÇALVES, 2011).

Resíduos industriais são matérias-primas que podem ser usadas como adubo orgânico (EMATER, 2007). O processo de compostagem vem sendo largamente utilizado por empresas brasileiras como forma de tratamento dos resíduos sólidos orgânicos, transformando-os em húmus, que podem ser utilizados diretamente nos plantios florestais como condicionadores de solo (GUERRA et al., 2012).

Deste modo, objetivou-se avaliar desenvolvimento inicial das mudas de *Chamaecrista debilis s*em plantio com doses crescentes de composto orgânico de resíduo de indústria de fiação e tecelagem. E o potencial da espécie para recuperação, em uma área de Cerrado degradada por mineração de cascalho.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1- Caracterizações da área – Ver capítulo 2, 2.1 página 35.

2.2- Caracterizações do composto orgânico – Ver capítulo 2, 2.2 página 37.

2.3 Produção de mudas

As mudas utilizadas no experimento foram produzidas no Centro Integrado de Propagação de Espécies Florestais (CIPEF) situado no Campus JK da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) por meio de transplantio. As plântulas foram oriundas de um teste de germinação realizado no Laboratório de Sementes do CIPEF sendo transplantas para tubetes (55 cm^3) contendo substrato (70% de vermiculita, 30% de casca de arroz carbonizada) e adubo de liberação lenta (4g/l de osmocote) contendo 15-09-12 (N-P2O5:K2O) + micronutrientes (3,8% de Ca, 1,5% de Mg, 3,0% de S, 0,02% de B, 0,05% de Cu, 0,5% de Fe, 0,1% de Mn, 0,004% de Mo e 0,05% de Zn).

Foram mantidas em casa de vegetação (sombrite 50%) durante a fase inicial, passaram para a casa de sombra (sombrite 75%) e rustificação (a céu aberto) para posterior plantio no campo. As mudas inicialmente foram plantas com altura, diâmetro e cobertura de copa em média de 19,25 cm; 1,80 mm e 45,00 cm^2.

2.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (3 x 11 m) com três repetições**,** cada bloco foi composto por 4 parcelas. Em cada parcela foram plantadas 12 mudas, 48 mudas por bloco e um total de 144 mudas no plantio (Figura 2).

Os tratamentos foram compostos por diferentes doses de composto orgânico: 0,0 g dm^{-3} (T1); 30,0 g dm^{-3} (T2); 60,0 g dm^{-3} (T3) e 120,0 g dm^{-3} (T4), cada parcela constitui um tratamento distribuídos de forma aleatória mediante sorteio.

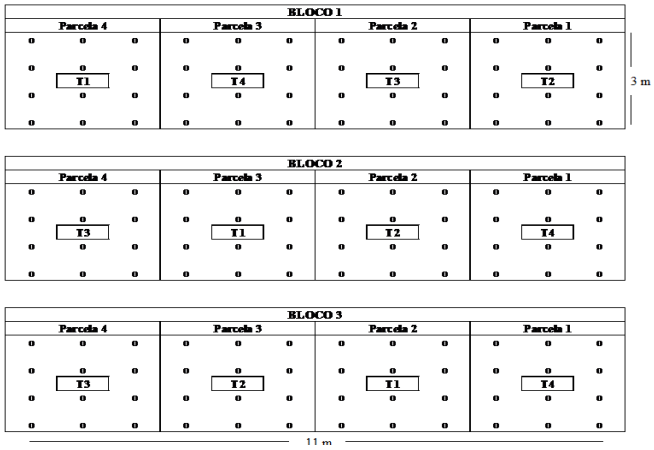


Figura 2: Croqui do experimento em campo com plantio de mudas de *Chamaecrista debilis* (Vogel) Irwin & Barneby, sob diferentes dosagens de composto orgânico: 0,0 g dm^{-3}, T2= 30,0 g dm^{-3}, T3= 60,0 g dm^{-3} e T4= 120,0 g dm^{-3}.

O plantio de mudas foi manual, em covas de dimensões de 30x30x30 cm, um volume de 21 L por cova, com espaçamento de 1,0 x 1,0 m entre plantas. O composto com a respectiva dosagem foi misturado ao solo retirado na abertura da cova, homogeneizado e recolocado na cova para posterior introdução da muda.

2.5 Tratos Silviculturais - Ver capítulo 3, 2.3.5 página 65.

2.6 Coleta e análise de dados - Ver capítulo 3, 2.3.6 página 65.

2.7 Análise do substrato

Para as análises químicas do substrato minerado, após 12 meses, foram coletadas amostras na área experimental na profundidade de 0 a 20 cm. Em cada parcela, foram coletadas, com auxilio de um trado, 3 amostras formando uma composta. Sendo assim, quatro amostras por parcela e 12 amostras no total.

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Fertilidade e Física do Solo da UFVJM de acordo com o protocolo da EMBRAPA (2000), sendo analisados os parâmetros

químicos de solo: pH em água; teores de P, K, Ca^{2+}, Mg^{2+} e Al^{3+}; acidez potencial (H +Al), saturação por bases (V), soma de bases (SB), CTC a pH 7 (T), CTC efetiva (t), saturação por alumínio (m%) e matéria orgânica (MO).

A interpretação da análise química do substrato foi realizada de acordo com a interpretação da fertilidade do solo feita por Alvarez et al. (1999).

A análise química do substrato (Tabela 2) mostrou que o composto aplicado proporcionou aumento no pH passando de uma acidez elevada para acidez média próxima a neutralidade. Houve aumento nos teores de MO, K, Ca^{2+}, Mg^{2+}, CTC efetiva e total, V e SB. O P disponível de baixo passou para médio a alto e a V de muito baixo para baixo, com a adição de doses crescentes de composto orgânico.

Os resultados encontrados na análise de solo evidenciam maiores índices de fertilidade no substrato (LOPES et al., 2010).

A aplicação do composto reduziu a saturação por alumínio, alumínio trocável e acidez potencial. A redução da saturação por alumínio pode ocasionar a elevação da saturação por bases (RIBEIRO e RODRIGUES, 2006) que pode ser observado neste trabalho.

O alumínio é tóxico para a grande maioria das espécies de plantas cultivadas, promovendo a paralisação do crescimento radicular e, conseqüentemente, prejudicando o desenvolvimento das plantas (ADAMS e LUND, 1986; PAVAN e BINGHAM, 1982; CANÇADO et al., 2001). Porém, nem todas as espécies de plantas respondem de forma semelhante ao estresse causado pelo Al. As plantas utilizam-se de vários mecanismos para contornarem os efeitos tóxicos do mesmo (CANÇADO et al., 2001).

A acidez potencial é a soma da acidez trocável e da não trocável, sendo a trocável mais prejudicial ao crescimento da maioria das plantas (OLIVEIRA et al., 2005). Além disso, quanto menor a acidez potencial menor será o poder tampão do solo, ou seja, diminui à resistência do solo em ter o valor de seu pH alterado (MORELLI, 1986).

Tabela 1: Caracterização química do substrato com a aplicação de doses de composto orgânico de resíduo de indústria têxtil, após 12 meses de plantio de *Chamaecrista debilis,* em uma cascalheira no PEB no município de Diamantina-MG

Doses	**pH**	**P**	**K**	**Ca^{2+}**	**Mg^{2+}**	**Al^{3+}**	**H+Al**	**SB**	**T**	**T**	**m**	**V**	**M.O**
(g dm^{-3})		**Mg dm^{-3}**						**Cmoc dm^{-3}**					**$dagkg^{-1}$**
0,0	5,57	0,51	7,90	0,41	0,27	0,11	2,77	0,70	0,81	3,47	14,90	23,56	0,36
30,0	5,80	0,68	8,69	0,48	0,24	0,08	2,53	0,74	0,82	3,27	7,26	24,37	0,27
60,0	5,90	3,53	8,69	0,58	0,24	0,07	2,77	1,07	1,15	3,34	6,26	33,8	0,28

												0	
												37,8	
120,0	6,27	29,55	21,33	0,94	0,44	0,08	2,13	1,21	1,28	3,84	6,41	8	0,53

pH (H_2O) relação 1:2,5 (solo: água); P e K: Mehlich-1; Ca, Mg e Al trocáveis: KCl 1 mol L^{-1}; H + Al: acetato de cálcio 0,5 mol L^{-1} a pH 7,0; t: capacidade de troca de cátions (CTC) efetiva; T: CTC pH 7,0; m: saturação de alumínio; V: saturação por bases.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Sobrevivência

A sobrevivência das mudas de *Chamaecrista debilis* no plantio independente dos tratamentos aplicados foi em média 51,4%. Para os tratamentos com 0,0; 30,0; 60,0 e 120,0 g dm^{-3} de composto orgânico as médias de sobrevivência foram 75 ; 78; 22 e 31 %.

O percentual de sobrevivência, de 90 %, é referência em projetos de revegetação (ALMEIDA e SANCHEZ, 2005). Para restauração de áreas mineradas uma taxa de sobrevivência maior que 60 % é considerada satisfatória para o plantio, menor que 60% é considerada baixa (SOUSA, 2001; DUBOC e GUERRINI, 2006). Neste sentido, no geral, para as mudas submetidas à adição de 60,0 e 120 g dm^{-3} de composto orgânico a sobrevivência foi baixa, sem a aplicação do composto e com a adição da menor dosagem foi satisfatória.

Valores entre 55 a 83 %, para taxa de sobrevivência de mudas, foram encontrados em plantios com espécies nativas, na recuperação de área degradada no Cerrado (SAMPAIO e PINTO, 2007). Os valores encontrados neste trabalho quando não houve aplicação do composto e na aplicação da menor dosagem encontram-se dentro desta faixa, no caso das maiores dosagens e no geral os valores estão abaixo.

Os dados de sobrevivência apresentaram um alto coeficiente de variação (CV = 66%). A análise de variância mostrou que houve diferença significativa para sobrevivência entre as doses de composto orgânico aplicado (Anexo 1).

O decréscimo significativo na taxa de sobrevivência pode ser observado com a aplicação das maiores dosagens, apresentando comportamento sigmoidal, que aumentou 2 % com a adição de 30 g dm^{-3} e diminuiu em torno de 50 % com a aplicação de 60 e 120 g dm^{-3} de composto orgânico, comparado ao substrato sem adição de composto (Figura 2).

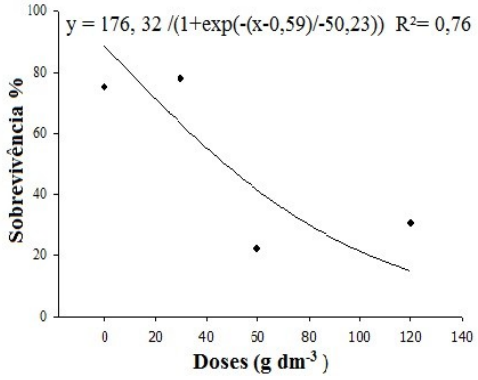


Figura 2: Curva de sobrevivência das mudas de *Chamaecrista debilis* (Vogel) Irwin & Barneby, em resposta a aplicação de doses crescentes de composto de resíduos orgânico de indústria de fiação e tecelagem, em plantio de recuperação em uma cascalheira no PEB em Diamantina-MG.

A taxa de sobrevivência e crescimento inicial de espécies nativas locais, em plantas de recuperação em solos ácidos e de baixa fertilidade, apresentou melhor ritmo. Indicando a adaptação de espécies ao ambiente (DURIGAN, 1990).

Baseado nas categorias usadas para classificar o desempenho de espécies descritas por Sampaio e Pinto (2007), sem adubação as mudas apresentaram alto valor de incremento e alta taxa de sobrevivência o que pode evidenciar a característica de adaptabilidade da espécie ao ecossistema degradado como o exemplo da área deste plantio.

3.2 Crescimento inicial

A média geral do incremento em altura, diâmetro e cobertura de copa no plantio de mudas de *Chamaecrista debilis* foi de 40,9 cm; 4,32 mm e 1.884,37 cm².

Por se tratar de um arbusto que pode atingir aproximadamente 2,5 m (NASCIMENTO e DEL-CLARO, 2007; OLIVEIRA e GODOY, 2007; FORESTO, 2008) a média de incremento em altura pode ser considerada alta de 20,0 cm ano^{-1}. Baseado no intervalo diamétrico, o crescimento no plantio foi considerado bom (DUBOC e GUERRINI, 2006).

O rápido crescimento de 40,0cm, após 3 meses, foi observado em plantio de *Chamaecrista desvauxii*. E após um ano foi considerado lento, atingindo incremento abaixo do encontrado neste trabalho (CRUZ, 1994).

Os dados para incremento em altura, diâmetro e cobertura de copa apresentaram normalidade e homogeneidade. A análise de variância mostrou que não houve diferença significativa entre as doses de composto orgânico aplicado (Anexo 1). No entanto, ocorreram mudanças nos valores médios para as variáveis.

A maior média de incremento em altura ocorreu quando não houve aplicação de composto orgânico, sendo 42, 7 e 4 % maior em relação a aplicação de 30,0; 60,0 e 120,0 g dm^{-3} de composto (Figura 3).

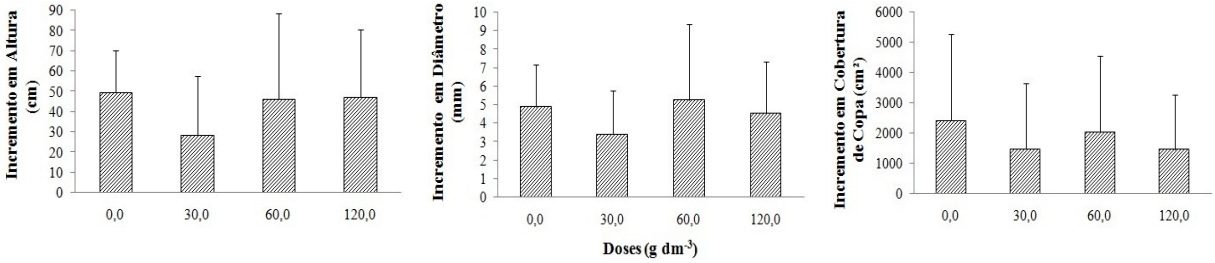


Figura 3: Incremento em Altura, diâmetro e cobertura de copa após 12 meses de plantio de *Chamaecrista debilis* (Vogel) Irwin & Barneby sob diferentes doses de composto de resíduo orgânico de indústria de fiação e tecelagem, em uma cascalheira no PEB, Diamantina- MG.

Para incremento em diâmetro o maior valor foi obtido com a aplicação de 60,0 g dm^{-3} de composto orgânico, sendo 7, 14 e 35 % maior comparado a não aplicação de composto e a adição de 30,0 e 120,0 g dm^{-3} (Figura 3).

O crescimento no plantio para a espécie foi considerado rápido para todas as doses de composto aplicadas e sem a adição do mesmo no solo, com exceção da menor dosagem que promoveu um crescimento médio paras mudas (DUBOC e GUERRINI, 2006)

Os resultados obtidos para incremento em altura podem ser explicados pelo fato de que algumas espécies de Cerrado não se desenvolvem bem quando adubadas, podendo ser indicativo da maior adaptação a solos pouco férteis e ácidos (SIQUEIRA et al.,1995) ou o rígido ajuste da taxa de crescimentos a condições de baixa disponibilidade de nutrientes, o que restringe sua resposta a melhoria dos níveis de fertilidade do solo (RESENDE et al., 1999).

Em ambientes com baixo suprimento de água e nutrientes, particularmente o fósforo, geralmente as associações simbióticas garantem o desenvolvimento das plantas (BAREA, 1999). Porém, alto nível de fósforo, como no composto orgânico utilizado, pode promover a

redução da colonização radicular e causar a diminuição no crescimento (CANEIRO e DAVID, 2004).

O composto utilizado aumentou o pH do substrato, sendo este outro fator a ser considerado, porque indiretamente influencia o desenvolvimento por aumentar a disponibilidade de nutrientes no solo principalmente micronutrientes (CARVALHO Jr. et al., 2011).

Alguns trabalhos resultam que o aumento do pH, consequente redução da acidez e aumento da disponibilidade de nutrientes, promove o desenvolvimento das mudas em sua maioria de espécies exóticas, frutíferas ou agronômicas (SCHUMACHER et al., 2001; ALMEIDA, 2003; PRADO et al., 2003; MAEDA et al., 2008). Porém, existem grandes variações quanto ao grau de sensibilidade às limitações químicas dos solos, uma vez que as espécies florestais nativas reagem de forma diferenciada à correção da acidez e ao aumento na disponibilidade de nutrientes (FURTINI NETO et al., 1999).

Valores de pH ácido promoveram melhor desenvolvimento das mudas de *Hancornia speciosa*, espécie nativa do Cerrado não exigente em fertilidade de solos pobres e ácidos, enquanto valores próximos da neutralidade provocam redução no crescimento (ROSA et al., 2005).

A redução no crescimento das mudas de *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbride, espécie florestal brasileira, submetidas à adubação e calagem, indica a adaptação da espécie às condições de solo ácido. A elevação do pH do solo utilizado, pode ter causado deficiência de nutrientes às plantas (NICOLOSO et al., 2008).

O crescimento de mudas de *Enterolobium contortisiliquum,* foi prejudicado pelo elevado pH do lodo caleado, testado como adubo na produção das mudas (TELES et al., 1999).

A espécie *Chamaecrista rotundifolia* mostrou-se adaptada ao ecossistema, quando plantada em solo arenoso com baixo teor de matéria orgânica e sem adubação (CRUZ, 1994).

O menor incremento em altura para Copaíba, espécie da família Fabacea-caesalpinoidea, foi observado em substrato contendo 70% de vermiculita, 15% de casca de arroz carbonizada e 15% de vermicomposto de resíduo de indústria têxtil. Apesar de responder a adição de maiores teores de nutrientes, a espécie apresenta baixo requerimento nutricional (DUTRA et al., 2012).

A revegetação de estéril sem adição de terra preta ou composto orgânico foi possível com algumas das espécies fixadoras de nitrogênio da família Fabaceae, em áreas de mineração de bauxita em Porto Trombetas-PA (FRANCO et al., 1996).

Em consonância, outros trabalhos concluíram que o substrato solo sem adição de matéria orgânica de diversas fontes promoveu melhor desenvolvimento as mudas de espécies nativas da família Fabaceae (COUTINHO et al., 2006; SANTOS et al., 2011).

A característica de adaptação não significa que espécies nativas não são capazes de responder a uma maior disponibilidade de nutrientes (VILELA e HARIDASAN, 1994). A maioria das espécies nativas do cerrado é capaz de responder a adubação, entretanto existe diferença entre as espécies e nas respostas aos nutrientes individuais (HARIDASAN, 2000).

O crescimento inicial de *Dimorphandra wilsonii*, também da família Fabaceae, apresentou resposta positiva a adubação, em diferentes condições de fertilidade em solo do Cerrado (FONSECA et al. 2010).

Estudos resultam em efeitos benéficos da adubação orgânica, com o uso de diferentes compostos orgânicos, no crescimento de mudas de espécies nativas do Cerrado (FAUSTINO et al., 2005; CUNHA et al., 2006; SOUZA et al., 2006; CALDEIRA et al., 2008; CALGARO et al., 2008; SILVA et al., 2008; PAIVA et al., 2009). Porém, devem ser realizadas diversas pesquisas, pela infinidade de espécies nativas no Brasil, com pouco conhecimento sobre as diferentes respostas a práticas silviculturais (SOUZA et al., 2006)

O incremento em cobertura de copa foi em torno de 40 % maior sem a adição de composto orgânico, em comparação a adição de 120,0 e 30,0 g dm^{-3} . Em relação à aplicação de 60,0 g dm^{-3} esse percentual foi de 15 % (Figura 3).

O processo de recuperação consiste inicialmente, em adicionar mais matéria orgânica do que quantidade mineralizada. Nesta fase, é interessante o uso de espécies que possam fornecer material formador de serrapilheira para decomposição (FRANCO et al., 2003) e promover a ciclagem de nutrientes. O maior valor para cobertura de copa sem composto orgânico torna interessante uso da *Chamaecrista debilis s*em projetos de recuperação, visando diminuir custo com fertilização.

A deposição das folhas, observada no local de plantio, aumenta a atividade biologia no solo e criam condições propícias para o estabelecimento de outras espécies mais exigentes (FRANCO et al., 1992). Além disso, quanto maior a cobertura menor os impactos causados pelas gotas das chuvas e outros intempéries, consequentemente diminui o grau de degradação do solo por processos erosivos.

Também foi observou-se no local a floração das mudas e produção de sementes, neste curto período de um ano, podendo promover a melhoria no banco de sementes do solo, dispersão, polinização e proporcionar o processo de regeneração natural no local. O que evidencia que mesmo em curto espaço de tempo a espécie já possibilita uma interação ecológica por meio dos polinizadores.

Diante dos resultados preliminares encontrados neste trabalho com objetivo de rápido recobrimento do solo na região do cerrado, o uso de composto de resíduo orgânico de indústria têxtil como adubo orgânico no plantio de *Chamaecrista debilis* para recuperação de uma área degradada pela extração de cascalho torna-se desnecessário.

4. CONCLUSÕES

O maior valor médio de incremento em altura e cobertura de copa ocorreu sem a adição de resíduo orgânico de indústria de fiação e tecelagem, e para diâmetro com a aplicação de 60,0 g dm^{-3} de composto, embora não tenha apresentado diferença estática, sendo necessária a realização de avaliações futuras.

A sobrevivência diminuiu de forma significativa com a aplicação das maiores doses de composto orgânico.

A espécie *Chamaecrista debilis* (Vogel) Irwin & Barneby apresentou-se adequada para recuperação da área degradada pela extração de cascalho, pelo rápido crescimento, elevada produção de biomassa e floração precoce.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, F.; LUND, Z.F. Effect of chemical activity of soil solution aluminum on cotton root penetration of acid subsoils. **Soil Science**, Baltimore, v. 101, p. 193-198, 1986.

ALMEIDA, A. Composto de lixo urbano na composição química do solo e seus efeitos no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*L). **Revista Biociência**,Taubaté-SP, v.9, n.2, p.7-15, 2003.

ALMEIDA, R. O. P. O.; SÁNCHEZ, L. E. Revegetação de áreas de mineração: critérios de monitoramento e avaliação do desempenho. **Revista Árvore**, v.29, n.1, p.47-54, 2005.

ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A. S. **Interpretação dos resultados das análises de solos.** In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. e ALVAREZ V., V.H. (ed.) Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa-MG, CFSEMG, p.25-32, 1999.

ALVES, M. C.; SOUZA, Z. M. Recuperação de área degradada por construção de hidroelétrica com adubação verde e corretivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.32, n. 6, p. 2505-2516, 2008.

ANGELIS NETO, G. DE; ANGELIS, B.L.D. DE; OLIVEIRA, D.S. O uso da vegetação na recuperação de áreas urbanas degradadas. **Acta Scientiarum**, v. 26, p.65-73, 2004.

CALDEIRA, M. V. W.; ROSA, G. N.; FENILLI, T. A. B.; HARBS, R. M. P. Composto orgânico na produção de mudas de Aroeira-Vermelha. **ScientiaAgrarias**, v.9, n.1, p.27-33, 2008.

CALGARO, H. F.; FILHO, W. V. V.; AQUINO, S. S.; MALTONI, K. L.; CASSIOLATO, A. M. R. Adubação química e orgânica na recuperação da fertilidade de subsolo degradado e na micorrização do *Stryphnodendronpolyphyllum.***Revista Brasileira de Ciências do Solo,** Viçosa-MG , v.32, p.1337-1347, 2008.

CANÇADO, G. M. A.; CARNEIRO, N. P.; CARNEIRO, A. A.; PURCINO, A. A. C.; GUIMARÃES, C. T.; ALVES, V. M. C.; PARENTONI, S. N.; SOUZA, I. R. P.; PAIVA, E. Novas perspectivas para adaptação de Culturas ao Cerrado: Contribuiçao da biologia molecular na compreensão e solução dos efeitos tóxicos do alumínio em plantas. **Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento**, v. 23, p. 56-61, 2001;

CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J. O; DAVIDE, A. C. Fósforo e inoculação com fungos micorrizicosarbusculares no estabelecimento de mudas de Embaúba (*Cecropiapachystachta*Tree). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.34, n.3, p. 119-125, 2004.

COUTINHO, M. P.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G.; RODRIGUES, L. A.; SIQUEIRA, J. Substrato de cavas de extração de argila enriquecido com subprodutos agroindustriais e urbanos para produção de mudas de Sesbânia. **Revista Árvore, Viçosa-MG,** v.30, n.1, p.147-153, 2006.

CRUZ, E. D. Avaliação agronômica de leguminosas do gênero Chamaecrista na região Bragantina, Pára, Brasil. **PasturasTropicales,** v.18, n. 3, p. 60-64, 1994.

CUNHA, A.M.; CUNHA, G.M.; SARMENTO, R.A.; CUNHA, G.M.; AMARAL, J.F.T.; Efeito de diferentes substratos sobre o desenvolvimento de mudas de *Acacia*sp. **Revista Árvore**, **Viçosa-MG,**v.30, n.2, p.207-214, 2006.

DUBOC, E.; GUERRINI, I. A. Desenvolvimento inicial e nutrição do vinhático em áreas de Cerrado degradado. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/EMBRAPA Cerrados**, 22p. 2006.

DURIGAN, G. Taxa de sobrevivência e crescimento inicial de espécies em plantio de recomposição de mata ciliar. **Acta Botânica Brasílica**, Feira de Santana-BA, v.4, n.2, 1990.

DUTRA, T. R.; GRAZZIOTTI, P. H.; SANTANA, R. C.; MASSAD, M. D. Desenvolvimento inicial de mudas de Copaiba sob diferentes níveis de sombreamento e substrato. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v.43, n.2, p.321-329, 2012.

EMATER/DF- Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Distrito Federal. Adubo Orgânico, **Agroinforme**, 8p. 2007.

FAUSTINO, R.; KATO, M.T.; FLORÊNCIO, L.; GAVAZZA, S. Lodo de esgoto como substrato na produção de *Senna siamea*. Lam. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v.9, p.278-282, 2005.

FONSECA, M. B.; FRANÇA, M. G. C; ZONTA, E.; GIORNI, V. Crescimento inicial de *Dimorphandrawilsonni* (Fabaceae-Caesalpinioideae) em diferentes condições de fertilidade em solo de cerrado. **Acta Botânica Brasílica**, Feira de Santana-BA, v.24, n.2, p.322-327, 2010.

FORESTO, E. B. **Levantamento florístico dos estratos arbustivo e arbóreo de uma mata de galeria em campus rupestres no Parque Estadual do Rio Preto, São Gonçalo do Rio Preto-MG.** Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Biociência da Universidade de São Paulo. São Paulo, 174p. 2008.

FRANCO, A. A., CAMPELLO, E.F.C., DIAS, L. E., FARIA, S. M. **Uso de leguminosas associadas a microrganismos na revegetação de áreas de mineração de bauxita em Porto Trombetas-PA.** Itaguaí: EMBRAPA-CNPAB, 71p.1996.

FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. SILVA, E. M. R.; FARIA, S. M. **Revegetação de solos degradados.** Comunicado Técnico: EMBRAPA/CNPAB, n.09, p. 1- 9, 1992.

FRANCO, A. A.; RESENDE, A. S.; CAMPELO E. F. C**. Importância das leguminosas arbóreas na recuperação de áreas degradadas e na sustentabilidade de sistemas agroflorestais.** Seropédica: EMBRAPA Agrobiológica, 23p.2003.

FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. V.; VALE, F. R.; FERNANDES, L. A. Acidez do solo, crescimento e nutrição mineral de algumas espécies arbóreas, na fase de muda. **Cerne**, Lavras-MG, v.5, n.2, p.1-12, 1999.

GONÇALVES, I. C. R. **Atributos químicos e biológicos do solo e produtividade do feijão-caupi após dois anos de aplicação de lodo de curtume compostado.** Dissertação de mestrado apresentada a Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, 68p. 2011.

GUERRA, M. A. S. L.; SILVA, C. M.; REZENDE, A. A. P.; ROSSONI, H. A.; CARVALHO, S. T.; MORAIS, I. H. L. Avaliação da utilização de composto orgânico produzido a partir dos resíduos de fábrica de celulose quanto aos níveis de organoclorados e metais. **Revista Árvore, Viçosa-MG,** v.36, n.2, p.381-387, 2012.

HARIDASAN, M. Nutrição mineral de plantas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fisiologia,** Lavras-MG, v.12, n.1, p. 54-64, 2000.

JAMES, E.K.; SPRENT, J.I.; DILWORTH, M.J.; NEWTON, W.E. **Nitrogen-fixing Leguminous Symbioses Series**: Nitrogen Fixation: Origins, applications and Research Progress, v. 7, 2007.

LOPES, P. R.; LOPES, I. M.; LIMA, E.; MARTINS, C. A. C.; ARAÚJO, K.C.S.; FERRAZ,J.M.G. **Fertilidade dos solos de agroecossistemas em processo detransição**

agroecológica no Sul de Minas Gerais. 1º Fórum paulista de agroecologia, Centro de Ciências Agrárias (CCA), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Araras, 2010;

MAEDA, S.; SILVA, H. D.; CARDODO, C. Resposta de *Pinus taeda*à aplicação de cinza de biomassa vegetal em Cambissolo Húmico, em vaso. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo-PR, n.56, p.43-52, 2008.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, 2.ed. 729p. 2006.

NASCIMENTO, E. A.; DEL-CLARO, K. Floral Visitorsof*Chamaecristadebilis*(Vogel) Irwin &Barneby (Fabaceae- Caesalpinioideae) at Cerrado of Estação Ecológica de Jataí, São Paulo State, Brazil. **Scientific Note Neotropical Entomology,** Londrina-PR, v. 36, n.4, p. 619-624, 2007.

NICOLOSO, F. T.; FORTUNATO, R. P.; FOGAÇA, M. A. F.; ZANCHETTI, F. Calagem e adubação NPKS: (I) Efeito no crescimento de mudas de grápia cultivadas em horizontes A e B de um Argissolo Vermelho distrófico arênico. **Ciência Rural,** Santa Maria-RS, v.38, n.6, p. 1596-1603, 2008.

OLIVEIRA, R. B.; GODOY, S. A. P. Composição florística dos afloramentos rochosos do Morro do Forno, Altinópolis, São Paulo. **Biota Neotropica**, Campinas, SP, v.7, n. 2, p.11, 2007.

PAIVA, A.V.; POGGIANI, F.; GONÇALVES, J.L.M.; FERRAZ, A.V. Crescimento de mudas de espécies arbóreas nativas, adubadas com diferentes doses de lodo de esgoto seco e com fertilização mineral. **Scientia Forestalis**, Piracicaba-SP, v.37, n.84, p.499-511, 2009.

PAVAN, M.A.; BINGHAM, F.T. Toxicity of aluminum to coffee seedling grown in nutrient solution. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 46, n. 5, p. 993-997, 1982.

PRADO, R. M.; CORRÊA, M. C. M.; CINTRA, A. C. O.; NATALE, W. Resposta de mudas de goiabeira à aplicação de escória de siderurgia como corretivo de acidez do solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v.25, n.1, p.160-163, 2003.

RESENDE, A. V.; NETO, A. E. F.; MUNIZ, J. A.; CURI, N.; FAQUIN, V. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v.34, n.11, p.2071-2081, 1999.

RIBEIRO, S. B.; RODRIGURES, T. E. **Caracterização química dos solos e a dinamoca dessas características em diferentes sistemas de manejo/uso da terra em áreas de pequenos produtores**. IV seminário de iniciação cinetifica da UFRA e X Seminario de iniciação cientifica da EMBRAPA Amazônica Oriental, 2006;

ROSA, M. E. C.; NAVES, R. V.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. P. Produção e crescimento de mudas de mangabeira (*Hancorniaspeciosa*Gomez) em diferentes substratos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.35, n.2, p.65-70, 2005.

SAMPAIO, J. C.; PINTO, J. R. R. Critérios para Avaliação do Desempenho de Espécies Nativas Lenhosas em Plantios de Restauração no Cerrado. **Nota Cientifica- Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre - RS, v.5, supl.1, p.504-506, 2007.

SANTOS, L. C. R.; COSTA, E. LEAL, P. A. M.; NARDELLI, E. M. V.; SOUZA, G. A. Ambientes protegidos e substratos com doses de composto orgânico comercial e solo na formação de mudas de Jatobazeiro em Aquidauana – MS. **Engenharia Agrícola,** Jaboticabal-SP, v.31, n.2, p.249-259, 2011.

SANTOS, P. L. S.; FERREIRA, R. A.; ARAGÃO, A. G.; AMARAL, L. A.; OLIVEIRA, A. S. Estabelecimento de espécies florestais nativas por meio de semeadura direta para recuperação de áreas degradadas. **Revista Árvore,** Viçosa-MG, v.36, n.2, p.237-245, 2012.

SCHUMACHER, M. V.; CALDEIRA, M. V. W.; OLIVEIRA, E. R. V.; PIROLI, E. L. INFLUÊNCIA DO VERMICOMPOSTO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Eucalyptusgrandis*Hill exMaiden.**Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v.11, n.2, p.121-130, 2001.

SILVA, L. C. R.; CORRÊA, R. S. Sobrevivência e crescimento de seis espécies arbóreas submetidas a quatro tratamentos em área minerada no cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.4, p.731-740, 2008.

SILVA, E. A.; CASSIOLATO, A. M. R.; MALTONI, K. L.; SCABORA, M. H. Efeitos da roçagem e de resíduos orgânicos sobre aspectos químicos e microbiológicos de um subsolo exposto e sobre o crescimento de *Astroniumfraxinifolium*Schott1. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.2, p.323-333, 2008.

SILVA, L. C. R.; CORREA, R. S. Sobrevivência e crescimento de seis espécies arbóreas submetidas a quatro tratamentos em área minerada no cerrado. **Revista Árvore**,Viçosa-MG, v.32, n.4, p. 731-740, 2008.

SIQUEIRA, J. O.; CURI, N.; VALE, F. R.; FERREIRA, M. M; MOREIRA, F. M. S. **Aspectos de solos, nutrição vegetal e microbiológica na implantação de matas ciliares.** Belo Horizonte-MG, CEMIG, 28p. 1995.

SOUZA, C. A. M.; OLIVEIRA, R. B.; FILHO, S. M. LIMA, J. S. S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v.16, n.3, 2006.

SOUZA, P. A.; VENTURIN, N. MACEDO, R. L. G.; ALVARENGA, M. I. N.; SILVA, V. F. Estabelecimento de espécies arbóreas em recuperação de área degradada pela extração de areia. **Cerne**, Lavras-MG, v.7, n.2, p.043-052, 2001.

VILELA, D. M.; HARIDASAN, M. Response of the graund layer comunity of a Cerrado vegetation in central Brazil to limining and irrigation. **Plant and soil**, Netherlands, v.163, p. 25-31, 1994.

Anexo 1: Resumo da análise de variância para incremento em altura (ICH), diâmetro (ICD), cobertura de copa (ICC) e sobrevivência para *Chamaecrista debilis* (Vogel) Irwin & Barneby, submetida à adubação com doses de composto de resíduo orgânico de indústria de fiação e tecelagem.

	Sobrevivência %		**ICH (cm)**		**ICD (mm)**		**ICC (cm²)**	
FV	**F**	**P**	**F**	**P**	**F**	**P**	**F**	**p**
Bloco	11,400	0,009*	0,205ns	0,820ns	0,138ns	0,874ns	0,359ns	0,712ns
Dose	13,851	0,004*	0,200ns	0,892ns	0,088ns	0,964ns	0,246ns	0,861ns

P < 0,05 significativo a 5% de significância. *= significativo, ns= não significativo, FV = Fator de variação.

CONCLUSÃO GERAL

O uso de composto orgânico de resíduo da indústria de fiação e tecelagem pode ser uma alternativa para tentar reconstruir o ambiente edáfico degradado pela extração de cascalho na área estudada, pois proporcionou melhorias nas condições químicas e biológicas do substrato, com o aumento da fertilidade e atividade microbiana no mesmo.

Como fonte de nutrientes para espécies nativas do Cerrado em plantios de revegetação, a menor dose aplicada em cova, mostrou-se eficiente no crescimento inicial das mudas da espécie *Bowdichia virgilioides.* Para as demais espécies, *Kielmeyera lathrophyton*, *Plathymenia reticulata* e *Dalbergia miscolobium,* este resultado foi obtido sem a aplicação do composto.

A *Chamaecrista debilis*, também apresentou melhor crescimento inicial quando não houve aplicação do composto na cova, além disso, possui características desejáveis para recuperação, como rápido crescimento e produção de biomassa, indicando potencial para uso em programas de recuperação na área degradada pela extração de cascalho.