



REGENERAÇÃO NATURAL EM CASCALHEIRA EM RECUPERAÇÃO POR MEIO DO USO DE TOPSOIL

Flavia Gorgulho Grossi Branquinho¹, Gabriela Paranhos Barbosa², Israel Marinho Pereira³, Thayane Ferreira Carvalho⁴

1. Pós-Graduanda em Ciência Florestal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
(flaviaggb@gmail.com)
2. Pós-Graduanda em Ciência Florestal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
3. Professor Doutor da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
4. Graduando em Engenharia Florestal na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Recebido em: 30/09/2013 – Aprovado em: 08/11/2013 – Publicado em: 01/12/2013

RESUMO

Dentre os métodos de recuperação existentes, um amplamente utilizado em áreas de mineração, relacionado diretamente à melhoria na qualidade do solo é a transposição de topsoil. O objetivo deste trabalho foi avaliar a regeneração natural de uma área degradada pela mineração de cascalho, por meio do uso de topsoil como técnica de recuperação. Foram selecionados três locais em uma cascalheira, totalmente ausentes de vegetação, sendo depositado o topsoil em pilhas e espalhado em camadas. Foram alocadas 18 parcelas de 10x25 metros divididas em três blocos, sendo coletadas as alturas e os diâmetros das espécies arbustivas e arbóreas e realizadas análises químicas e físicas do solo. A cobertura do solo foi avaliada por meio do uso da escala de Braun-Blanquet. Os dados foram avaliados utilizando-se uma análise de correspondência canônica (CCA). Foram registrados um total de sete espécies arbustivas e arbóreas. A cobertura vegetal foi de escala de magnitude 4 (50 a 75% de cobertura). A análise multivariada dos dados tanto entre a matriz de abundância das espécies e a matriz das variáveis ambientais, quanto entre a Área Basal de cada espécie nas parcelas com as variáveis ambientais do local obtiveram resultados não significativos. A aplicação de topsoil como técnica para recuperação de áreas degradadas se mostrou eficiente, desde que se tenha um topsoil de boa qualidade.

PALAVRAS-CHAVE: Braun-Blanquet, cobertura do solo, topsoil, regeneração natural.

EVALUATION OF NATURAL REGENERATION IN A GRAVEL PIT IN THROUGH THE USE OF TOPSOIL TRANSPOSITION

ABSTRACT

Among the existing recovery methods, one widely used in mining areas, directly related to improvement in soil quality is the transposition of topsoil. The aim of this study was to assess the natural regeneration of an area degraded by gravel mining, using topsoil transposition as a technique of restoration. Three sites in a gravel pit, totally bare of any vegetation, were selected, on which topsoil was deposited in piles and spread in layers. Eighteen 10x25 m plots divided into three blocks were established, the heights and diameters of shrub and tree species measured and the soil was analyzed for chemical and physical properties. The soil cover was evaluated on a Braun-Blanquet scale. Data were analyzed by canonical correspondence analysis (CCA). A total of seven shrub and tree species was recorded. The scale graded the soil cover at 4 (50 - 75% soil cover). The results of multivariate analysis of data between the species abundance matrix and the matrix of environmental variables, as well as between the basal area of each species in the plots and the local environmental variables were not significant. The application of topsoil as recovery technique of degraded areas proved efficient, provided the topsoil quality is good.

KEYWORDS: Braun - Blanquet, soil cover, topsoil, natural regeneration.

INTRODUÇÃO

Diversas mudanças no uso da terra ocorrem ao longo do tempo. Extensas áreas com vegetação nativa são substituídas por outras formas de usos, resultando em solos expostos e degradados. Áreas degradadas são extensões naturais que perderam a capacidade de recuperação natural após sofrerem distúrbios. Assim, devido à alteração das condições naturais do solo, a intervenção antrópica é necessária para a recuperação e posterior restauração florestal (VENTUROLI et al., 2013).

Com o intuito de recuperar uma área, vários métodos de recuperação podem ser utilizados. Os projetos geralmente buscam pelos seguintes objetivos: eliminar ou minimizar a ação antrópica; manter ou aumentar o número de espécies lenhosas e favorecer a permanência de outras formas de vida; fornecer abrigo e alimento para manter a fauna local e controlar as espécies exóticas invasoras (RODRIGUES et al., 2009).

Assim, dentre os métodos de recuperação existentes, um amplamente utilizado em áreas de mineração, e que está relacionado diretamente à melhoria na qualidade do solo é a transposição de topsoil, que consiste na reposição da camada superficial do solo no ambiente degradado. A camada mais superficial do solo, que contém o horizonte A e pelo menos parte do horizonte B, é chamada de topsoil (TACEY & GLOSSOP, 1980). Ela contém além de altas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, o banco de sementes do solo, podendo ser uma fonte valiosa de sementes de espécies nativas (ROKICH et al., 2000; GUIMARÃES, 2008; PATRÍCIO, 2009).

Espera-se que o grupo de espécies regenerantes do banco de sementes, em sua maioria pioneiras, atue como cicatrizador do ambiente (DENSLOW & GÓMES-DIAS, 1990) e junto com o solo orgânico introduzido, promovam mudanças das condições edáficas e microclimáticas da área a ser recuperada, criando condições para a chegada e desenvolvimento de outras espécies (POTTHOFF et al., 2005).

A utilização do topsoil pode ser o diferencial para promover a rápida recolonização da área e aumentar a densidade de indivíduos vegetais, além de servir como substrato para o crescimento das plantas colonizadoras. Porém, vale ressaltar a importância de se obter o topsoil em locais de boa qualidade e com ausência ou baixa incidência de sementes de espécies exóticas. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a regeneração natural de uma área degradada pela mineração de cascalho em processo de recuperação, por meio do uso de topsoil.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo é uma antiga cascalheira com cerca de 10 hectares, situada no Parque Estadual do Biribiri (PEBI), localizada no município de Diamantina, região do Alto Jequitinhonha, no Complexo da Serra do Espinhaço, estado de Minas Gerais, entre as coordenadas 0649511,86 e 649640,24 metros de longitude e 7987114,81 e 7987250,62 metros de latitude (UTM) e altitude média de 1412 metros (SILVA e PEREIRA, 2012).

Em janeiro do ano de 2010, com o auxílio de uma máquina retro-escavadeira, foram retiradas das áreas destinadas a construções civis no Campus Juscelino Kubitschek da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) camadas de solo superficial com profundidades entre 0 e 10 cm, e em seguida transportadas para a cascalheira, localizada a cerca 2 Km daquele local. Foram selecionados três locais (ambientes) na cascalheira, totalmente ausentes de vegetação, onde foi realizado primeiramente o reafeiçãoamento dos terrenos e, em seguida, o topsoil foi depositado em pilhas e espalhado com auxílio de um trator de esteira em camadas de cerca de 20 cm. (SILVA e PEREIRA, 2012).

No mês de janeiro de 2013, foram alocadas nestes mesmos locais 18 parcelas de 10x25 metros divididas em 3 blocos, totalizando assim 6 parcelas em cada bloco. Foram coletadas as alturas e os diâmetros das espécies arbustivas e arbóreas com altura mínima de 10 centímetros, com o intuito de compor o levantamento florístico da área em regeneração. A identificação das espécies foi obtida diretamente no campo e, quando não possível, foi realizada a coleta do material botânico para posterior identificação.

Para a análise da área, foram coletadas em cada parcela uma amostra composta de solo nas profundidades de 0 a 5 cm, cada amostra composta (300 cm³) foi constituída de cinco amostras simples. As análises químicas e físicas foram realizadas no Laboratório de Fertilidade e Física do Solo da UFVJM de acordo com o protocolo da EMBRAPA (1999), sendo analisados os parâmetros químicos de solo: pH em água, teores de P, K, Ca, Mg, e Al; complexo sortivo (acidez potencial (H+Al), saturação por bases (V%), soma de bases (SB), CTC a pH 7 (T), CTC efetiva (t) e saturação por alumínio (m%)) e matéria orgânica (MO). Os parâmetros físicos avaliados foram: granulometria (% de argila, % de silte e % de areia) (SILVA e PEREIRA, 2012).

A cobertura das plantas dentro das parcelas foi avaliada em março de 2013, na qual foi estimada utilizando-se a escala de Braun-Blanquet (1979), uma medida subjetiva que estima visualmente a cobertura em valores percentuais. Em que 1: cobertura menor que 5%; 2: cobertura entre 5% a 25%; 3: 25% a 50% de cobertura; 4: 50% a 75% de cobertura e 5: cobertura entre 75% a 100%.

As análises dos dados foram realizadas utilizando o programa PC-ORD 6.0. Por meio da análise de correspondência canônica ou CCA, foram correlacionadas as variáveis ambientais com as matrizes do número de indivíduos de cada espécie por parcela e de área basal de cada espécie por parcela, a fim de obter duas análises multivariadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A relação das espécies, suas respectivas famílias botânicas e formas de vida estão listadas na Tabela 1. Foram identificadas 7 espécies entre elas arbustivas e arbóreas.

Tabela 1 – Relação das espécies, suas respectivas famílias botânicas e formas de vida (FV) para o levantamento florístico na área de regeneração natural de uma cascalheira em Diamantina, MG.

Família	Espécie	FV
Asteraceae	<i>Baccharis</i> sp.	Arbustiva
Melastomataceae	<i>Miconia Ligustroide</i>	Arbustiva
Bignoniaceae	<i>Handroanthus ochraceus</i>	Arbórea
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Arbustiva
Fabaceae	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	Arbórea
	<i>Tibouchina heteromalla</i> (D. Don)	
Melastomataceae	<i>Cogn.</i>	Arbórea
Rubiaceae	<i>Palicourea rigida</i>	Arbórea

De acordo com a análise da cobertura vegetal a partir das classes de cobertura de Braun-Blanquet, a maioria das parcelas obtiveram uma escala de magnitude de nível 4, ou seja, 50 a 75% da área das parcelas possuem uma cobertura vegetal (Tabela 2). O recobrimento do solo em ambientes fortemente degradados é uma das principais etapas em projetos de restauração visando à proteção do substrato dos impactos direto da chuva, do vento e evitando o processo de erosão e formação de voçoroca (SILVA e PEREIRA, 2012).

Tabela 2 – Número de parcelas por classe de cobertura nos 3 blocos considerados na área de uma cascalheira em Diamantina, MG.

Escala de Magnitude	Classes de cobertura de Braun-Blanquet (%)	Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3
1	< 5	1	0	1
2	5 a 25	0	0	0
3	25 a 50	2	1	1
4	50 a 75	2	5	4
5	75 a 100	1	0	0

Grande parte da cobertura vegetal detectada é herbácea e em sua maioria exótica, podendo ser esta a causa do número reduzido de espécies arbóreas e arbustivas encontradas na área. A proteção da biodiversidade vegetal do cerrado, especialmente em áreas protegidas como Parques Nacionais e outras unidades de conservação, será mais eficiente se técnicas de controle de espécies invasoras exóticas forem desenvolvidas (MARTINS et al., 2004).

O grande número de espécies herbáceas também pode ser justificado pelo fato de que as plantas arbóreas presentes na área de estudo ainda não entraram em fase reprodutiva ou estas espécies apresentam algum tipo dormência, ou ainda pela ausência de dispersores naturais das mesmas (SILVA et al., 2012).

Em relação à análise multivariada dos dados, a primeira análise foi realizada por meio da correlação entre a matriz de abundância das espécies e a matriz das variáveis ambientais. Inicialmente a casualização dos dados não é selecionada, sendo gerada uma correlação dos dados a fim de obter as variáveis ambientais que mais possuem influência na abundância das espécies. O resultado das correlações está exposto na Tabela 3.

Tabela 3. Resultado das correlações entre a abundância de espécies e as variáveis ambientais

Variáveis	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
pH (H ₂ O)	- 0,312	- 0,107	- 0,189
P (mg/dm ³)	0,060	0,032	- 0,058
K (mg/dm ³)	0,319	0,013	- 0,212
Ca ²⁺ (cmolc/dm ³)	- 0,148	0,071	0,059
Mg ²⁺ (cmolc/dm ³)	- 0,219	- 0,041	- 0,216
Al ³⁺ (cmolc/dm ³)	0,372	0,060	- 0,605
H+Al (cmolc/dm ³)	0,300	0,084	- 0,257
SB (cmolc/dm ³)	- 0,153	0,035	- 0,068
t (cmolc/dm ³)	0,060	0,059	- 0,366
T (cmolc/dm ³)	0,251	0,085	- 0,254
m (%)	0,429	0,046	- 0,564
V (%)	- 0,393	- 0,036	0,159
M.O (dag/kg)	0,507	0,200	- 0,134
Areia (%)	0,064	0,079	- 0,634
Argila (%)	- 0,408	- 0,087	0,261
Silte(%)	0,105	- 0,051	0,600

As variáveis ambientais foram selecionadas com base no maior valor em módulo da correlação, sendo que o eixo um explicou melhor a variação dos dados, com uma porcentagem de 23,9%. As variáveis ambientais selecionadas foram: M.O (dag/kg), m (%), Argila (%), V (%) e Al³⁺ (cmolc/dm³).

O próximo passo para a análise foi a geração de uma nova matriz de variáveis ambientais apenas com as variáveis selecionadas anteriormente. Uma nova CCA foi gerada, mas neste momento considerou-se a casualização dos dados, obtendo um p-valor não significativo como exposto na Tabela 4.

Tabela 4. Resultado do teste de casualização dos dados – correlação espécie – ambiente, em relação à abundância dos indivíduos e às variáveis ambientais selecionadas.

Eixos	Dado real	Teste de Monte Carlo		
	Correlação espécie X ambiente	Média	Mínimo	Maximo
1	0,766	0,730	0,409	0,940
2	0,641	0,642	0,321	0,942
3	0,783	0,512	0,226	0,849

Como não foi obtido um nível aceitável de significância, a análise das correlações não pode ser discutida, ou seja, não houve uma influência significativa das variáveis ambientais na abundância das espécies nas respectivas parcelas. Este fato pode ser explicado devido a recente regeneração do local, sendo outras variáveis a causa de influência no estabelecimento das plântulas. As variáveis ambientais com o passar do tempo provavelmente irão influenciar no estabelecimento e desenvolvimento dos indivíduos tornando possível a análise desta correlação.

Uma variável que pode ser considerada influente neste período da regeneração são as fontes de propágulos. No trabalho de Araújo et al. (2005) a principal síndrome de dispersão detectada foi a zoocórica, observada em mais de 60% das espécies, sendo que a fauna exerce função essencial na dispersão de sementes de remanescentes próximos, contribuindo para a regeneração florestal em áreas degradadas.

De acordo com Alday et al. (2011) áreas anteriormente mineradas apresentam condições de solo desfavoráveis para o estabelecimento das plantas em se tratando da estrutura, características físico-químicas e estabilidade. Estes aspectos limitam o restabelecimento da vegetação pela redução da probabilidade de estabelecimento natural das espécies nativas que não são adaptáveis, assim proporcionando uma sucessão mais lenta (ALDAY et al, 2011).

Para Alday et al. (2011) um longo espaço de tempo é necessário para atingir o objetivo de restauração ecológica, sendo em seu estudo abordado um período de 32 anos para a composição das espécies vegetais nativas.

A segunda análise a ser realizada foi à correlação entre a Área Basal (AB) de cada espécie nas respectivas parcelas com as variáveis ambientais do local. O resultado das correlações está exposto na Tabela 5.

Tabela 5. Resultado das correlações entre a Área Basal de cada espécie nas parcelas e as variáveis ambientais.

Variáveis	Eixo 1	Eixo 2	Eixo 3
pH (H ₂ O)	0,060	- 0,111	0,128
P (mg/dm ³)	0,080	0,007	0,038
K (mg/dm ³)	-0,377	0,109	- 0,117
Ca ²⁺ (cmolc/dm ³)	-0,083	- 0,049	- 0,233
Mg ²⁺ (cmolc/dm ³)	- 0,028	- 0,044	- 0,117
Al ³⁺ (cmolc/dm ³)	- 0,318	0,093	- 0,104
H+Al (cmolc/dm ³)	- 0,236	0,114	0,064
SB (cmolc/dm ³)	- 0,119	- 0,035	- 0, 228
t (cmolc/dm ³)	- 0,287	0,038	- 0,218
T (cmolc/dm ³)	- 0,249	0,107	0,030
m (%)	- 0,321	0,109	- 0,003
V (%)	0, 136	- 0,129	- 0,249
M.O (dag/kg)	- 0,482	0,074	0,179
Areia (%)	- 0,242	0,013	0,094
Argila (%)	0,491	- 0,067	0,065
Silte(%)	0,085	0,012	- 0,131

O eixo 1 explicou melhor a variação dos dados com uma porcentagem de 19,9%. As variáveis ambientais selecionadas foram: Argila (%), M.O (dag/kg), K (mg/dm³), m (%) e Al³⁺ (cmolc/dm³).

Com a casualização dos dados, novamente a CCA não obteve um p-valor significativo (Tabela 6). A Área basal era uma variável quantitativa em que se esperava obter uma maior influência já que este parâmetro reflete melhor a condição dos indivíduos nas parcelas. Como não houve influência também na área basal das espécies, a discussão feita acima sobre o tempo de regeneração do local pode ser reforçada com este resultado, pois pode ser considerado que nem mesmo o crescimento em diâmetro foi afetado pelas variáveis ambientais.

Tabela 6. Resultado do teste de casualização dos dados – correlação espécie – ambiente, em relação à Área Basal e às variáveis ambientais selecionadas.

Eixos	Dado real	Teste de Monte Carlo		
	Correlação espécieambiente	Média	Mínimo	Maximo
1	0,760	0,716	0,417	0,978
2	0,609	0,514	0,208	0,957
3	0,458	0,402	0,131	0,820

Borůvka et al. (2012) analisou a correlação da deposição de topsoil e a não deposição com as medidas das características do solo, assim como o trabalho em estudo, sendo detectado que o uso de topsoil em áreas de mineração pode melhorar a qualidade inicial no desenvolvimento do solo.

A aplicação de topsoil pode ser uma ferramenta fundamental na recuperação de áreas mineradas já que a melhoria das condições do solo é de suma importância para um melhor estabelecimento das espécies vegetais (ALDAY et al, 2011), principalmente das arbustivas e arbóreas que necessitam de um tempo maior para seu desenvolvimento.

Para se obter um melhor resultado com o uso desta técnica, é importante que se tenha um local de boa qualidade para a retirada do topsoil, além de se considerar os processos de retirada e armazenamento que afetam as propriedades físicas e químicas do solo ao longo do tempo, mas até mesmo um topsoil mais antigo pode ser melhor que sua ausência (BAINBRIDGE, 2007).

CONCLUSÕES

A aplicação de topsoil como técnica para recuperação de áreas degradadas é uma alternativa para um rápido recobrimento e melhoria na qualidade inicial de desenvolvimento do solo, propiciando condições favoráveis ao estabelecimento de espécies vegetais.

A boa qualidade do local de obtenção do topsoil, de sua retirada e armazenamento influenciam diretamente na eficiência do uso desta técnica.

O número reduzido de espécies arbóreas e arbustivas encontradas pode ser explicado pelo elevado recobrimento da área por espécies herbáceas exóticas, assim se torna necessário o uso de técnicas de controle destas espécies para um maior sucesso na recuperação.

REFERÊNCIAS

ALDAY J.G.; MARRS, R. H.; MARTÍNEZ-RUIZ C. Vegetation succession on reclaimed coal wastes in Spain: the influence of soil and environmental factors. **Applied Vegetation Science**, v. 14, p. 84–94, 2011.

BAINBRIDGE, D. A. **A Guide for Desert and Dryland Restoration**: New Hope for Arid Lands. Island Press, Washington, D.C, 2007.

BORŮVKA, L.; KOZÁK, J.; MÜHLHANSELOVÁ, M.; DONÁTOVÁ, H.; NIKODEM, A.; NĚMEČEK, K.; DRÁBEK, O. Effect of covering with natural topsoil as a reclamation measure on brown-coal mining dumpsites. **Journal of Geochemical Exploration**, v. 113, p. 118–123, 2012.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitosociologia: bases para el estudio de las comunidades vegetales**. Madrid: H. Blume Ediciones, 820 p., 1979.

DENSLOW, J.S.; GOMEZ DIAS, A. E. Seed rain to tree-fall gaps in a neotropical rain forest. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 20, p. 642-648, 1990.

GUIMARÃES, J. C. C. Reabilitação de minas de bauxita em florestas nativas: “método tradicional” versus “método ecológico”. **Informe Agropecuário**, v. 29, n. 244, p. 30-33, 2008.

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

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

POTTHOFF, M.; JACKSON, L.E.; STEENWERTH, K.L.; RAMIREZ, I.; STROMBERG, M.R.; ROLSTON, D.E. Soil biological and chemical properties in restored perennial grassland in California. **Restoration Ecology**, v. 13, n. 1, p. 61-73, 2005.

RODRIGUES, R. R., R. A. F. LIMA, S. GANDOLFI & A. G. NAVE. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation** 142: 1242-1251, 2009.

ROKICH, D.P.; DIXON, K.W.; SIVASITHAMPARAM, K.; MENEY, K.A. Topsoil handling and storage effects on woodland restoration in Western Australia. **Restoration Ecology**, v. 8, n. 2, p. 196-208, 2000.

SILVA, J. O.; FAGAN, E. B.; TEIXEIRA, W. F.; SOUZA, M. C.; SILVA, J. R. Análise do banco de sementes e da fertilidade do solo como ferramentas para recuperação de áreas perturbadas. **Biotemas**, v. 25, n.1, p. 23-29, 2012.

SILVA, N. F.; PEREIRA, I. M. Restauração de uma cascalheira em Diamantina, MG, por meio do uso de topsoil In: SILVA, N. F. **Avaliação de diferentes técnicas na recuperação de uma cascalheira em Diamantina, MG**. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina-MG, p. 63-80, 2012.

TACEY, W. AND B. GLOSSOP. Assessment of topsoil handling techniques for rehabilitation of sites mined for bauxite within the jarrah forest of western Australia. **Journal of Applied Ecology**, v. 17, p. 195-201, 1980.

VENTUROLI, F.; VENTUROLI, S.; BORGES, J. D.; CASTRO, D. S.; SOUZA, D. M.; MONTEIRO, M. M.; CALIL, F. N. Incremento de espécies arbóreas em plantio de recuperação de área degradada em solo de cerrado no Distrito Federal. **Bioscience Journal**, v.29, n.1, p.143-151, 2013.