

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO
JEQUITINHONHA E MUCURI - UFVJM**

NATHÁLIA FERREIRA E SILVA

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES TÉCNICAS NA RECUPERAÇÃO DE
UMA CASCALHEIRA EM DIAMANTINA, MG**

**DIAMANTINA – MG
2012**

NATHÁLIA FERREIRA E SILVA

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES TÉCNICAS NA RECUPERAÇÃO DE
UMA CASCALHEIRA EM DIAMANTINA, MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, área de concentração em Conservação e Restauração de Ecossistemas Florestais, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientadora: Prof. Dr. Israel Marinho Pereira
Coorientadores: Prof^ª. Dr^ª. Miranda Titon
Prof. Dr. Reynaldo Campos Santana

DIAMANTINA – MG
2012

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

S586 Silva, Nathália Ferreira e
2012 Avaliação de diferentes técnicas na recuperação de uma cascalheira em
Diamantina, MG/Nathália Ferreira e Silva – Diamantina: UFVJM, 2012.
91f.

Orientador: Israel Marinho Pereira
Coorientadores: Miranda Titon; Reynaldo Campos Santana

Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Faculdade de Ciências
Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

1. Restauração de áreas degradadas 2. Resgate de plântulas e plantas jovens 3.
Plantio de mudas 4. Transposição de *topsoil* I. Título.

CDD 634.9

**DIFERENTES TÉCNICAS NA RECUPERAÇÃO DE UMA
CASCALHEIRA EM DIAMANTINA, MG**

Nathália Ferreira e Silva

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, nível de Mestrado, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

APROVADA EM 29 / 02 / 2012


Prof. Júlio César Lima Neves – UFV


Prof. Marcelo Luiz de Laia – UFVJM


Prof.ª Miranda Titon – UFVJM


Prof. Israel Marinho Pereira – UFVJM
Presidente

DIAMANTINA
2012

OFEREÇO

Aos meus três pilares e porto seguro - mamãe, Maria Natal e minhas irmãs Maria Alice e Tássia. Ao Prof. Israel Marinho Pereira, pela confiança e oportunidade, e aos meus familiares e amigos, por estarem sempre ao meu lado.

DEDICO

A Deus, por ter colocado em meu caminho pessoas que tanto amo. Ao papai e vovô “...vocês fazem parte desse caminho, que hoje eu sigo em paz” SAUDADE e a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho.

“Toda vez que uma árvore é cortada aqui na Terra, eu acredito que ela cresça outra vez em outro lugar - em algum outro mundo. Então, quando eu morrer, este é o lugar para onde quero ir. Onde as florestas vivam em paz”.

Antônio Carlos Jobim

AGRADECIMENTOS

À Deus, por sempre me guiar no caminho do bem e por ter colocado em meu caminho pessoas que tanto amo.

A minha mãe, Maria Natal, e minhas irmãs Maria Alice e Tássia, pelo incentivo, amor e apoio em todos os momentos.

Aos familiares por estarem sempre ao meu lado.

Ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), pela oportunidade oferecida.

Ao PROCAD/CAPES, FAPEMIG, IEF, SECTES pelo auxílio financeiro.

Ao professor Dr. Israel Marinho Pereira pelo incentivo, confiança, orientação, ensinamentos e, principalmente, por ter acreditado em mim.

Aos professores Dr. Júlio César Lima Neves, Dr. Marcelo Luiz de Laia e Dr^a. Miranda Titon membros da banca examinadora, pelas correções e sugestões.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal pelos ensinamentos durante as disciplinas cursadas.

A todos os funcionários da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

Aos colegas de campo, pela ajuda no processo da coleta dos dados, em especial a Luana, por ter sido meu “braço direito”, na maior parte desse projeto.

Ao Dr. Evander e ao pessoal da agronomia, pela grande ajuda na identificação das plantas herbáceas.

Aos professores Dr. Márcio Leles Romarco de Oliveira e Dr^a. Miranda Titon pelos conselhos e por estarem sempre dispostos a ajudar, quando precisei.

As minhas “irmãzinhas” de república, Adriana, Thayane e Lílian, pela alegria proporcionada nesses dois anos de Diamantina.

Agradeço a turma do mestrado, em especial Luciana Coelho, Cristiany Amaral, Wander Amaral, Vinícius Machado, Vinícius Orlandi, Priscila Fernandes, Izabel Marques Jannaína Oliveira, Luise Andrade, Ana Carolina e Bruno Lafetá, pela agradável convivência – Diamantina não seria a mesma sem vocês.

Aos amigos de graduação da Universidade Federal de Lavras, em especial Thaís (tchucona), Carol, Maíra (cat), Álvaro, Dani, Elton, Thiago (Bola), Sabrininha, Antônio César (Tõe), – “Amigo é aquela pessoa que o tempo não apaga, que a distância não esquece...”

Agradeço a todos os integrantes do grupo do Núcleo de Estudos em Recuperação de Áreas Degradadas - NERAD, por todo empenho dedicado aos nossos encontros.

Agradeço a todos meus amigos de Carmo da Mata, Divinópolis, Lavras e Diamantina pelo companheirismo, confiança e amizade demonstrados ao longo dos anos.

Aos meus guias e mentores espirituais, que sempre me protegeram.

A quem torceu pela minha vitória.

A TODOS o meu muito obrigada!

RESUMO

SILVA, Nathália Ferreira: **Avaliação de diferentes técnicas na recuperação de uma cascalheira em Diamantina, MG.** 2012. 75 p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

O objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes técnicas para recuperação de uma cascalheira, visando gerar conhecimentos para subsidiar a recuperação de ecossistemas degradados. A dissertação foi estruturada em quatro capítulos (artigos). Os dois primeiros artigos se referem à técnica de resgate de plântulas visando à produção de mudas para a restauração de ecossistemas degradados. Os experimentos de peroba (*Aspidosperma cylindrocarpon*) e arnica (*Lychnophora pohlii*) foram instalados no Centro Integrado de Propagação de Espécies Florestais – CIPEF do Departamento de Engenharia Florestal da UFVJM, em Diamantina, Minas Gerais. Foram resgatadas 240 plântulas de cada espécie, as quais foram divididas em duas classes de altura (peroba: Classe I – 5 a 15 cm e Classe II – 20 a 35 e arnica: Classe I – 2,5 a 20 cm e Classe II – 25 a 55 cm) e submetidas a três intensidades de redução foliar (0%, 50% e 100%). Foi verificado que para mudas de peroba é aconselhável resgatar ambas as classes de altura, enquanto para a arnica o tamanho entre 2,5 e 20 cm é o mais adequado. Os resultados evidenciaram que não é necessária a redução foliar. No artigo 3 foi avaliado o potencial da candeia (*Eremanthus erythropappus*) na recuperação de uma cascalheira, onde foi instalado um experimento de plantio de mudas com seis densidades (T1=1.667, T2=2.000, T3=2.500, T4=3.333, T5=5.000 e T6=10.000 plantas por hectare). Trimestralmente foram avaliados a altura total das plantas, o diâmetro do colo, a cobertura de copa e a sobrevivência, até 12 meses após a primeira avaliação, que foi realizada em julho de 2010. Verificou-se que os tratamentos mais adensados, T5 e T6 foram os que apresentaram maior sobrevivência, apesar da não diferença estatística entre os tratamentos avaliados para os atributos altura, diâmetro e cobertura de copa. Assim, pode-se concluir que a candeia é uma espécie com alto potencial ecológico para o uso em programas de recuperação de área degradadas em ecossistemas congêneres ao estudado. No artigo 4 foi testado o potencial de uso do *topsoil* na recuperação de uma cascalheira. Foram selecionados quatro ambientes onde o *topsoil* foi depositado em pilhas e espalhado em camadas de cerca de 20 cm. Seis meses após a transposição do solo, foram realizados os levantamentos florístico e

fitossociológicos na área, nos meses de setembro de 2010, fevereiro de 2011 e setembro de 2011, além da avaliação da porcentagem de cobertura de plantas pelo método de Braun-Blanquet, nos meses de julho de 2010 e 2011. Foram registradas no total 55 espécies, pertencentes a 15 famílias. As famílias com maior representatividade foram Asteraceae (12), Poaceae (11) e Malvaceae (8). O grau de cobertura do solo foi de 66% e 82% na primeira e segunda avaliação respectivamente, no qual verificou-se o rápido recobrimento dos solos da cascalheira, evidenciando o grande potencial do uso do *topsoil* na recomposição da cobertura do solo, porém, esse recurso só deve ser usado quando a área doadora não apresentar espécies invasoras.

Palavras-chave: Salvamento de germoplasma, plantio de mudas, *topsoil*, restauração de áreas degradadas.

ABSTRACT

SILVA, Nathália Ferreira: **Evaluation of different techniques to recover from a gravel pit in Diamantina, MG.** 2012. 75 p. (Dissertation - Master in Forest Science) – Federal University of Jequitinhonha and Mucuri Valleys, Diamantina, 2012.

The objective of this study was to evaluate different techniques to recover from a gravel pit in order to generate knowledge to support the recovery of degraded ecosystems. The dissertation is structured in four chapters (articles). The first two articles refer to the technical rescue seedlings aiming the production of seedlings for the restoration of degraded ecosystems. The experiments of peroba (*Aspidosperma cylindrocarpon*) and arnica (*Lychnophora pohlii*) were installed in the Integrated Forest Species Propagation - CIPEF Department of Forest Engineering UFVJM in Diamantina, Minas Gerais. We rescued 240 seedlings of each species, which were divided into two height classes (peroba: Class I - 5 to 15 cm and Class II - 20 to 35 and arnica: Class I - 2.5 to 20 cm and Class II - 25-55 cm) and subjected to three levels of reduction leaf (0%, 50% and 100%). It was found that for seedlings peroba is advisable to recover both the classes high, while for arnica size between 2.5 and 20 cm is optimal. The results showed that it is necessary to reduce leaf. Article 3 was evaluated the potential of the lamp (*Eremanthus erythropappus*) to recover from a gravel pit, where he was an experiment of planting seedlings with six densities (T1 = 1667, T2 = 2000, T3 = 2500, 3333 = T4, T5 = T6 = 5,000 and 10,000 plants per hectare). Quarterly evaluated the overall height of the plants, stem diameter, canopy cover and survival until 12 months after the first evaluation, which was held in July 2010. It was found that the more dense treatments, T5 and T6 were those with longer survival, although no statistical difference among the treatments for the attributes height, diameter and canopy. Thus, it can be concluded that the lamp is a species with high ecological potential for use in the restoration of damaged area similar to the ecosystems studied. Article 4 tested the potential use of *topsoil* in the recovery of a gravel pit. We selected four environments where the topsoil has been deposited in piles and spread in layers about 20 cm. Six months after the implementation of the soil, were conducted floristic and phytosociological surveys in the area, in September 2010, February 2011 and September 2011, and by evaluating the percentage of plant cover by the method of Braun-Blanquet, in July 2010 and 2011. We recorded a total of 55 species belonging to 15 families. The families were Asteraceae with the largest representation

(12), Poaceae (11) and Malvaceae (8). The degree of soil cover was 66% and 82% in the first and second evaluation respectively, in which there was rapid coating of gravel soils of showing the great potential of use of topsoil in the rebuilding of ground cover, but this feature should only be used when the donor does not have invasive species.

Keywords: Saving germplasm, planting of trees, topsoil and restoration of degraded areas.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO CIENTÍFICO I	13
Tabela 1. Resumo da análise de variância do crescimento e incremento em altura e diâmetro do colo das mudas de peroba ao longo dos 135 dias após o resgate.	17
Tabela 2. Resultados médios da altura de mudas de peroba em função das três intensidades de redução foliar e das duas classes de tamanho ⁽¹⁾	18
Tabela 3. Resultados médios do incremento periódico em diâmetro de mudas de peroba em função das três intensidades de redução foliar e das duas classes de tamanho ⁽¹⁾	20
Tabela 4. Resultados médios da sobrevivência de mudas de peroba em função das três intensidades de redução foliar e das duas classes de tamanho ⁽¹⁾	23
ARTIGO CIENTÍFICO II	29
Tabela 1. Resumo da análise de variância para as características de altura total e diâmetro do colo das mudas de arnica ao longo dos 120 dias após o resgate.	34
Tabela 2. Resultados médios da sobrevivência de mudas de arnica em função das três intensidades de redução foliar e das duas classes de tamanho ⁽¹⁾	38
ARTIGO CIENTÍFICO III	43
Tabela 1. Resultados das análises de solos nas camadas de 0 - 5 e 5 - 10 cm, na cascalheira, situada no Parque Estadual do Biribiri, em Diamantina, MG.	50
Tabela 2. Resumo da análise de variância para as características de altura total, diâmetro do colo e cobertura de copa de mudas de candeia, na cascalheira, situada no Parque Estadual do Biribiri, em Diamantina, MG.	52
ARTIGO CIENTÍFICO IV	63
Tabela 1 – Relação das espécies e respectivas famílias botânicas para o levantamento florístico e fitossociologia durante todas as três avaliações na cascalheira, situada no Parque Estadual do Biribiri, em Diamantina, MG. Em que: FV (forma de vida); A (arbórea); AR (arbustiva); H (herbácea); SAR (subarbustiva); EXO (exótica); NAT (nativa); S (seca); C (chuvosa).	68
Tabela 2 – Número de parcelas por classe de cobertura em quatro ambientes de uma cascalheira em Diamantina, MG.	76

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO CIENTÍFICO I	13
Figura 1. Crescimento em altura (A) e diâmetro (B) de mudas de peroba em função do tempo, obtidas via resgate. * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.	19
Figura 2. Incremento periódico em diâmetro para interação tempo x redução foliar (A) e classe x tempo (C) e em altura para a interação classe x tempo (B), em função do tempo, para as mudas de peroba, via resgate. *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.....	21
Figura 3. Curvas relacionadas aos ajustes do modelo quadrático $y = \beta_1 T + \beta_2 T^2$ para mudas de peroba, via resgate, em função do tempo, em que y = emissão de folhas (% de indivíduos que emitiram folhas) e T = tempo. β_0 = constante zero. Deste modo: T1 (0%), T2 (50%) e T3 (100%) são da classe I - 5 a 15 cm e T4 (0%), T5 (50%) e T6 (100%) da classe II -20 a 35 cm. Ajustes: T1) $y = 0,5039^*T - 0,0003T^2$ ($R^2 = 0,870$); T2) $y = 0,5767^*T - 0,0001T^2$ ($R^2 = 0,976$); T3) $y = 0,8810^*T - 0,0031^*T^2$ ($R^2 = 0,967$); T4) $y = 0,3510^*T - 0,0015^*T^2$ ($R^2 = 0,883$); T5) $y = 0,1842^*T + 0,0001T^2$ ($R^2 = 0,926$) e T6) $y = 1,7157^*T - 0,0087^*T^2$ ($R^2 = 0,938$). *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.	24
ARTIGO CIENTÍFICO II	29
Figura 1. Valores médios de altura de plantas de arnica sob diferentes intensidades de redução foliar. Em que: as médias acompanhadas de mesma letra nas barras não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.	35
Figura 2. Crescimento em altura para interação tempo x redução foliar (A) e diâmetro em função do tempo classe x tempo (B), para as mudas de arnica, via resgate. *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.	37
Figura 3. Curvas relacionadas aos ajustes do modelo quadrático $y = \beta_1 T + \beta_2 T^2$ para mudas de arnica, via resgate, em função do tempo, em que y = emissão de folhas (% de indivíduos que emitiram folhas) e T = tempo. β_0 = constante zero. Deste modo: T1 (0%), T2 (50%) e T3 (100%) são da classe de 2,5 a 20 cm e T4 (0%), T5 (50%) e T6 (100%) das de 25 - 55 cm. Ajustes: T1) $y = 0,6035^*T + 0,0003T^2$ ($R^2 = 0,82$); T2) $y = 1,2543^*T - 0,0056^*T^2$ ($R^2 = 0,91$); T3) $y = 1,8251^*T - 0,01169^*T^2$ ($R^2 = 0,91$); T4) $y = 0,1736^*T - 0,0002T^2$ ($R^2 = 0,71$); T5) $y = 0,9594^*T - 0,0065^*T^2$ ($R^2 = 0,78$) e T6) $y = 1,1977^*T - 0,0071^*T^2$ ($R^2 = 0,87$). *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.	39

ARTIGO CIENTÍFICO III.....	43
Figura 1. Crescimento em altura (A) e diâmetro (B) e área de cobertura (C) de mudas de candeia, em função do tempo, na cascalheira, situada no Parque Estadual do Biribiri, em Diamantina, MG. *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.	53
Figura 2. Variação mensal da precipitação pluviométrica e sobrevivência total das plantas de candeia na cascalheira, situada no Parque Estadual do Biribiri, em Diamantina, MG, durante o período de abril de 2010 a outubro de 2011.	55
Figura 3. Resultados médios da sobrevivência de mudas de candeia, em função do tempo, na cascalheira, situada no Parque Estadual do Biribiri, em Diamantina, MG. *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.	56
Figura 4. Incremento médio mensal em diâmetro (A), altura (B) e área de copa (C), em função do tempo, de mudas de candeia, na cascalheira, situada no Parque Estadual do Biribiri, em Diamantina, MG.	58
ARTIGO CIENTÍFICO IV.....	63
Figura 1 – Variação mensal da precipitação pluviométrica e número total de indivíduos nas três avaliações na cascalheira, situada no Parque Estadual do Biribiri, em Diamantina, MG, durante o período de março de 2010 a novembro de 2011.....	71
Figura 2 – Parâmetros fitossociológicos para as cinco espécies de maior IVI, nos quatro ambientes, na primeira avaliação realizada na cascalheira, situada no Parque Estadual do Biribiri, em Diamantina, MG.	72
Figura 3 – Parâmetros fitossociológicos para as cinco espécies de maior IVI, nos quatro ambientes, na segunda avaliação realizada na cascalheira, situada no Parque Estadual do Biribiri, em Diamantina, MG.	73
Figura 4 – Parâmetros fitossociológicos para as cinco espécies de maior IVI, nos quatro ambientes, na terceira avaliação realizada na cascalheira, situada no Parque Estadual do Biribiri, em Diamantina, MG.	74

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	iii
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
INTRODUÇÃO GERAL	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	12
CONSIDERAÇÕES FINAIS	81
ANEXO.....	83

ARTIGO CIENTÍFICO I

<i>Potencial de produção de mudas de peroba via resgate de plântulas</i>	13
Resumo	13
Abstract.....	13
Introdução.....	14
Material e Métodos	15
Resultados e Discussão.....	17
Conclusões.....	26
Agradecimentos	26
Referências	26

ARTIGO CIENTÍFICO II

<i>Resgate de plantas de arnica como alternativa para conservação e recuperação de ecossistemas de Campo Rupestre</i>	29
Resumo	29
Abstract.....	29
Introdução.....	30
Material e Métodos	32
Resultados e Discussão.....	33
Conclusões.....	40
Agradecimentos	40
Referências	40

ARTIGO CIENTÍFICO III

<i>Crescimento inicial da candeia, em uma cascalheira em Diamantina, MG</i>	43
Resumo	43
Abstract.....	43
Introdução.....	43
Material e Métodos.....	45
Resultados e Discussão.....	48
Conclusões.....	59
Agradecimentos	59
Referências	59

ARTIGO CIENTÍFICO IV

<i>Restauração de uma cascalheira em Diamantina, MG, por meio do uso de topsoil</i>	63
Resumo	63
Abstract.....	63
Introdução.....	64
Material e Métodos.....	65
Resultados e Discussão.....	68
Conclusões.....	77
Agradecimentos	77
Referências	78

INTRODUÇÃO GERAL

Nas últimas décadas tem-se constatado um crescimento geométrico da população mundial e, conseqüentemente, o aumento na necessidade de produção de alimento e matéria-prima. Para atender essa grande demanda, tem-se intensificado o uso desordenado dos recursos naturais, promovendo a degradação de vários ecossistemas naturais. Em resposta à escala e intensidade dos impactos antrópicos negativos sobre os ecossistemas, a comunidade científica e os órgãos ambientais tem dado cada vez mais ênfase à geração de conhecimentos que possam subsidiar ações voltadas à mitigação destes impactos, mediante a restauração de ecossistemas degradados. Este é particularmente o caso em relação ao curto prazo de uso da terra, tais como a mineração (Gould, 2010). Portanto, o reflorestamento em minas a céu aberto e rejeitos após a atividade de mineração, a fim de evitar a erosão e conseqüentemente impactos da flora local, tem recebido atenção considerável, sendo inclusive, exigido por lei em muitos países (Dias et al., 2011).

Os trabalhos de revegetação em áreas mineradas iniciam-se com a estabilização da paisagem e introdução de uma cobertura vegetal no local (Silva e Corrêa, 2008). Essa tentativa de reconstituição e aceleração do ambiente florestal degradado pode ser alcançado por meio do plantio de mudas a partir da implantação de uma comunidade arbórea (Kageyama e Gandara, 2004). Porém, em casos com alto grau de degradação, como em áreas mineradas, o plantio de mudas pode não ser suficiente para recuperação da área (Jacovak, 2007), sendo necessária a aplicação conjunta de outros métodos, como a transposição da camada superficial do solo, prática comum em atividades de mineração.

A camada superior do solo é uma importante fonte de sementes e propágulos e, para algumas plantas, pode ser a única reserva de propágulos a partir da qual uma espécie pode ser estabelecida nas áreas pós-mineradas (Ward et al. 1996). Segundo Rokich et al. (2000) o uso efetivo do banco de sementes do solo superficial para a restauração do ecossistema também depende da espessura da camada do solo espalhado. Ao investigar o efeito de duas espessuras de *topsoil*, 10 cm e 30 cm para o recrutamento de plantas, verificaram que uma profundidade máxima de 10 cm pode ser usada para otimizar a revegetação das comunidades ricas em espécies de plantas com este tipo de banco de sementes.

Uma metodologia alternativa seria a coleta de plântulas provenientes da regeneração natural antes da intervenção antrópica no ambiente. Essa técnica apresenta vantagens de dispensar etapas trabalhosas no processamento de sementes (coleta, beneficiamento, armazenamento, etc.), com conseqüente diminuição dos custos de produção (Viani &

Rodrigues, 2007; Calegari et al. 2011), além de possibilitar a conservação do material genético que seria suprimido e o salvamento de espécies raras ou em perigo de extinção, bem como aquelas com dificuldade de produção de mudas via seminal devido a baixa germinação de suas sementes.

Uma das ferramentas indispensáveis em um planejamento de recuperação de áreas degradadas é reproduzir o padrão natural das comunidades vegetais. Este fato aumenta as chances de sucesso na recuperação ambiental, diminuindo os custos dos projetos e conferindo a essas áreas degradadas uma condição ecológica mais próxima da original, ou seja, a restauração ecológica (Young et al., 2005; Araújo et al., 2006).

Dentro deste contexto, o presente trabalho foi organizado em forma de artigos onde objetivou-se avaliar diferentes técnicas para a recuperação de uma cascalheira, visando gerar conhecimentos para subsidiar a recuperação de ecossistemas degradados. Os dois primeiros artigos foram referentes ao resgate de plântulas, sendo o primeiro sobre mudas de peroba (*Aspidosperma cylindrocarpon*) e o segundo de mudas de arnica (*Lychnophora pohlii*), no qual tiveram como objetivo, avaliar o potencial de produção em viveiro dessas espécies via resgate, como alternativa para conservação e recuperação de ecossistemas degradados. No terceiro capítulo, foi avaliada a altura total, o diâmetro do colo, a área de copa e a sobrevivência do plantio de mudas de candeia (*Eremanthus erythropappus*) em seis diferentes densidades de plantio, para posterior utilização em áreas mineradas. Por fim, no quarto capítulo, verificou-se o potencial e a importância do uso da técnica de transposição de *topsoil* na cobertura e proteção do solo e riqueza de espécies na área em recuperação.

Este trabalho ressalta a importância da busca por novos caminhos e métodos que garantam às técnicas maior diversidade e, principalmente, representatividade de funções ecológicas, acrescentando maiores conhecimentos a estes sistemas e permitindo o retorno dessas áreas a uma condição ecológica próxima da original.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, F.S.; MARTINS, S.V.; NETO, J.A.A.M.; LANI, J.L.; PIRES, I.E. Estrutura da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim, em Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, v.30, n.1, p.107-116, 2006.
- CALEGARI, L.; MARTINS, S.V.; BUSATO, L.C.; SILVA, E.; JUNIOR, R.C.; GLERIANI, J.M. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas em viveiro via resgate de plantas jovens. **Revista Árvore**, v.35, p.41-50, 2011.
- DIAS, A.T.C.; BOZELLI, R.L.; DARIGO, R.M.; ESTEVES, F.A.; SANTOS, H.F.dos; FIGUEIREDO-BARROS, M.P.; NUNES, M.F.Q.S.; ROLAND, F.; ZAMITH, L.R.; SCARANO, F.R. Rehabilitation of a bauxite tailing substrate in Central Amazonia: The effect of litter and seed addition on flood-prone forest restoration. **Restoration Ecology**, p.1-7, 2011.
- GOULD, S.F. Comparison of post-mining rehabilitation with reference ecosystems in monsoonal eucalypt woodlands, Northern Australia. **Restoration Ecology**, p.1-10, 2010.
- JAKOVAC, A.C.C. 2007. **O uso do banco de sementes contido no topsoil como estratégia de recuperação de áreas degradadas**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP.
- KAGEYAMA, P.Y; GANDARA, F. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO-FILHO, H.F. (Ed.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 3. ed. São Paulo: EDUSP, 2004. v.1, p.235-247.
- 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, L.C.R.; CORRÊA, R.S. Sobrevivência e crescimento de seis espécies arbóreas submetidas a quatro tratamentos em área minerada no cerrado. **Revista Árvore**, v.32, p.731-740, 2008.
- VIANI, R.A.G.; RODRIGUES, R.R. Sobrevivência em viveiro de mudas de espécies nativas retiradas da regeneração natural de remanescente florestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1067-1075, 2007.
- WARD, S.C.; KOCH, J.M.; AINSWORTH, G.L. The effect of timing of rehabilitation procedures on the establishment of a jarrah forest after bauxite mining. **Restoration Ecology**, v.4, p.19-24, 1996.
- YOUNG, T.P.; PETERSEN, D.A.; CLARY, J.J. The ecology of restoration: historical links, emerging issues and unexplored realms. **Ecology Letters**, v.8, n.6, p.662-673, 2005.

Artigo científico I

(Preparado de acordo com as normas da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira)

Potencial de produção de mudas de peroba via resgate de plântulas

Nathália Ferreira e Silva⁽¹⁾ e Israel Marinho Pereira⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, *Campus JK* – Rodovia MGT 367 Km 583, nº 5000 – Alto Jacuba, CEP 39100-000 — Diamantina/MG. E-mail: nathfs7@hotmail.com, imarinhopereira@gmail.com

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de duas classes de altura e três intensidades de redução foliar no crescimento, incremento periódico, sobrevivência e inserção de folhas em mudas de peroba (*Aspidosperma cylindrocarpon*) obtidas via resgate de plântulas em um remanescente de Floresta Estacional Semidecídua. Foram resgatados 240 indivíduos, os quais foram divididos em duas classes de altura (Classe I – 5 a 15 cm e Classe II – 20 a 35 cm), submetidos a três intensidades de redução foliar (0%, 50% e 100%) e em seguida, transportados para casa de sombra com 50% de redução de luminosidade. As medições de altura, diâmetro e emissão de novas folhas foram realizadas em oito tempos (0, 15, 60, 75, 90, 105, 120 e 135 dias), e a sobrevivência aos 135 dias. A taxa média de sobrevivência foi de 82,9%, sendo 77,5% para a classe de 5 - 15 cm e 88,3% para classe de 20 - 35 cm. O maior crescimento das mudas ocorreu para a redução de 0%, para ambas as classes. A inserção de folhas foi maior nas reduções de 100%, observando-se diminuição ao longo do tempo. Portanto, é aconselhável resgatar mudas de peroba nas duas classes de altura, sem necessidade de redução foliar.

Termos para indexação: *Aspidosperma cylindrocarpon*, redução foliar, classe de altura.

Potential production of seedlings via salvage Peroba of plantlets

Abstract - The objective of this study was to evaluate the effect of two height classes and three levels of leaf reduction in growth, periodic increment, survival and insertion of leaves in seedlings of peroba (*Aspidosperma cylindrocarpon*) obtained through redemption of plantlets in a forest remnant semideciduous. 240 individuals were recovered, which were divided into two classes height (Class I - 5 to 15 cm and Class II - 20-35 cm) were subjected to three levels of leaf reduction (0%, 50% and 100%) and then transported to the shade 50% reduction in brightness. The measurement height, diameter and issue new leaves were collected in eight times (0, 15, 60, 75, 90, 105, 120 and 135 days), and survival at 135 days. The average survival rate was 82.9% and 77.5% for class 5 to 15 cm and 88.3% for class 20-35 cm. The plant growth was greater for the reduction of 0% for both classes. The insert sheet is higher in the reduction of 100% and a decrease over time. Therefore, it is advisable to recover seedlings peroba in both classes of time without need to reduce leaf.

Index Terms: *Aspidosperma cylindrocarpon*, leaf reducing and height class.

Introdução

Perda de habitat é uma das maiores ameaças à biodiversidade em todo o mundo (Falk et al., 1996). O crescente desmatamento e formações de áreas degradadas em regiões tropicais carecem de intervenções urgentes para preservação da biodiversidade (Lamb et al., 2005). Portanto, a reposição da vegetação para uma condição semelhante àquela anterior a perturbação é, muitas vezes, necessária em sistemas de recuperação (Good et al., 1999), quando se tem, como foco principal restaurar os processos básicos ecológicos do ecossistema, pela estimulação e aceleração natural com o objetivo de recuperar a capacidade do ecossistema de se auto manter (Rodrigues et al., 2009).

Formas de minimizar tais problemas são usos de métodos alternativos, como o resgate de indivíduos da flora, que consiste na coleta de plântulas provenientes da regeneração natural antes da intervenção antrópica no ambiente, levando-os para adaptação e desenvolvimento em viveiro ou diretamente para o campo. Essa ideia tem sido cada vez mais prescrita como estratégia de conservação para superar os obstáculos à dispersão, promover a viabilidade de plantas ameaçadas de extinção (Seddon, 2010; Lawrence & Kaye, 2011) e como uma forma de minar os esforços de conservação *in situ*, que são amplamente vistos como sendo a principal técnica (Falk et al., 1996). No entanto, com a destruição contínua de habitats e a proteção limitada de espécies raras, há momentos em que restam apenas três opções: permitir a extinção de uma população, mover as espécies em uma coleção *ex situ*, ou transplantar a população (Wendelberger et al., 2008).

As translocações de populações raras são consideradas como o último recurso para conservação de espécies, cuja destruição do habitat é iminente, ou seja, quando o licenciamento ambiental autorizou a supressão da vegetal e essa pode ser o único meio de preservá-las (Wendelberger et al., 2008). Dentre as espécies utilizadas nesses programas, tem-se a peroba (*Aspidosperma cylindrocarpon*), classificada como secundária tardia, pertencente à família Apocynaceae, nativa da Floresta Estacional Semidecidual e ameaçada de extinção (Carvalho, 1994), sendo indicada, em razão do seu potencial ecológico para recuperação de áreas degradadas.

A realização de cortes foliares tem disso mencionado como necessário no processo de resgate, pois auxilia o sucesso de pegamento das mudas pela redução do estresse hídrico e facilita a visualização da emissão de novas folhas pela planta, que contribui com a produção de fotoassimilados, auxinas e cofatores. A fim de evitar a perda de água por transpiração, Alfenas et al. (2004), recomendam uma redução de aproximadamente um terço

da área foliar em miniestacas, enquanto para Xavier et al. (2009), redução em 50% é a proporção mais comum na produção clonal de mudas de eucalipto no Brasil. A razão para a redução da folha é para evitar o efeito "guarda-chuva" que potencialmente prejudica a eficiência da irrigação e impede a transpiração em excesso (Santana et al., 2010).

Muitos ajustes nas técnicas de resgate ainda precisam ser estudados visando maximizar a sobrevivência de mudas para obtenção de elevada diversidade de espécies (Calegari et al., 2011), além de um monitoramento contínuo da população translocada. Experiências adicionais também são necessárias para maximizar o sucesso do transplante, tais como o tamanho limite que mudas precisam superar para sobreviver ao resgate ou no campo.

Os estudos sobre resgate de plântulas de espécies tropicais são escassos e necessários para preservação da biodiversidade. Portanto, o objetivo deste trabalho foi obter informações sobre a eficiência da técnica de resgate de plântulas de peroba, avaliando o efeito de duas classes de altura e três intensidades de redução foliar, no crescimento, sobrevivência e inserção de folhas, em condições de viveiro, visando a posterior utilização em projetos de restauração de uma cascalheira.

Material e Métodos

Foram coletadas ao acaso, com o auxílio de uma pá de jardinagem, de forma cautelosa para não causar quebras ou danos às raízes, 240 plântulas de peroba (*Aspidosperma cylindrocarpon*), sendo, 120 da Classe I – 5 a 15 cm de altura e Classe II – 20 a 35 cm de altura, aparentemente sadias e sem sinal de injúrias em um remanescente transicional entre Floresta Estacional Semidecídua e Cerrado, no distrito de Mendanha-MG, em dezembro de 2010 (ANEXO 1A). O regime climático da região é tropical típico, Cwb na classificação de Köppen, caracterizado por verões brandos e úmidos (outubro a abril) e invernos mais frescos e secos (junho a agosto). As médias anuais de precipitação variam entre 1250 e 1550 mm e de temperatura, 18 e 19 °C. A umidade relativa do ar situa-se em torno de 75,6% (NEVES et al., 2005).

O material experimental foi destorreado manualmente na região radicular, acondicionado em recipientes contendo água e conduzido ao Centro Integrado de Propagação de Espécies Florestais (CIPEF), do Departamento de Engenharia Florestal da UFVJM, onde foi instalado o experimento, imediatamente após a coleta (ANEXO 1B). O CIPEF situa-se a aproximadamente 1390 m de altitude, sendo a precipitação e temperatura médias anuais de 1404 mm e 18,1°C, respectivamente. As plântulas foram transplantadas para sacos de

polietileno (30 x 20 cm) preenchidos com substrato composto por 70% de terra de subsolo (neossolo), 30% de Bioplant® e 7 g/L de osmocote®, na proporção (N-P-K) de 15-9-12, depois mantidas em casa de sombra com cobertura de sombrite de 50% de redução da luminosidade e irrigação por aspersão, com vazão de 85 L/h. Após 110 dias, as mudas passaram por um processo de rustificação a céu aberto e irrigação por aspersão com vazão de 200 L/h, no qual permaneceram até a avaliação final. As raízes excessivamente grandes ou tortas foram podadas quando extravasavam do recipiente de transplante. O controle das ervas daninhas ocorreu manualmente, sempre que necessário.

O experimento consistiu da avaliação de quatro características: crescimento e incremento em altura (cm) e diâmetro do colo (mm), sobrevivência e emissão de folhas, de modo a identificar as respostas das mudas de peroba após a intervenção dos tratamentos.

Para as duas primeiras características foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições, no esquema de parcelas subdivididas 2x3x8, sendo estudado na parcela principal o efeito de duas classes de tamanho (Classe I – 5 a 15 cm e Classe II – 20 a 35 cm), na primeira subparcela três intensidades de redução foliar (0% - sem redução foliar, 50% - redução em 50% de todas as folhas e 100% - remoção total das folhas) e na última, oito tempos (0, 15, 60, 75, 90, 105, 120 e 135 dias). A unidade experimental foi constituída por 10 mudas (ANEXO 1C). Para a avaliação da sobrevivência, a única diferença em relação ao anterior é que foram adotados apenas os tratamentos relacionados às classes de tamanho e redução foliar aos 135 dias, assim, constituindo um esquema fatorial 2x3 (duas classes de altura e três intensidades de redução foliar). A emissão de folhas foi avaliada pela porcentagem de indivíduos que emitiram novas folhas ao longo dos tempos descritos, consistindo deste modo, em uma análise de regressão em função do tempo, para cada combinação (classes x intensidade de redução), totalizando seis ajustes.

A altura total foi definida como a distância do nível de substrato até a inserção da última gema e foi mensurado com auxílio de uma régua graduada em centímetros e o diâmetro do colo com um paquímetro digital graduado em milímetros. A sobrevivência (%) foi avaliada a partir do número de indivíduos mortos aos 135 dias, que se baseou na ausência de folhas e caules secos. O incremento periódico para altura e diâmetro do colo foi obtido, pela diferença das medições sucessivas em relação à medição inicial “ $IP = \bar{X}_{t+1} - \bar{X}_1$ ”.

Os dados foram submetidos à ANOVA e, para os de caráter qualitativo, procedeu-se o teste de Tukey a 5 % de probabilidade. No caso do tempo (caráter quantitativo), realizou-se análise de regressão, o qual foi ajustado os modelos lineares simples e quadrático pelo método

dos mínimos quadrados ordinários em que o tempo foi a variável explicativa e a variável dependente: a altura total, diâmetro do colo, incremento periódico e emissão de folhas. A análise estatística foi realizada com auxílio do programa *Statistica* 10.0 (StatSoft, 2010).

Resultados e Discussão

Para o crescimento em altura, o efeito estatístico significativo foi observado para o fator tempo e para a interação classes x reduções foliares. Enquanto que o diâmetro do colo apresentou significância ($p < 0,05$) somente nas fontes de variação relacionadas às classes e ao tempo (Tabela 1). A significância estatística para a classe, já era esperado, uma vez que as mudas de peroba foram separadas em duas categorias de alturas. A interação verificada sugere que a altura seja mais responsiva às variações das classes de tamanho e de redução foliar em plântulas, embora ambas as características biométricas avaliadas respondessem ao tempo de forma positiva, resultando em crescimento no intervalo de 135 dias.

Para o incremento periódico em altura, houve efeito estatisticamente significativo para a interação classe x tempo, enquanto para o incremento em diâmetro, os efeitos significativos foram para as interações classe x redução foliar, tempo x classe e tempo x redução foliar.

Tabela 1. Resumo da análise de variância do crescimento e incremento em altura e diâmetro do colo das mudas de peroba ao longo dos 135 dias após o resgate.

Fonte de variação	Crescimento		Incremento periódico	
	Altura (cm)	Diâmetro do colo (mm)	Altura (cm)	Diâmetro (mm)
	QM	QM	QM	QM
Classes (c)	103184,6*	2481,6*	0,3884 ^{ns}	1,7492 ^{ns}
Resíduo a	67,4	4,6	1,8016	1,3910
CV _{aexp} (%)	44,4	51,9	153,53	277,48
Reduções (r)	386,1 ^{ns}	15,6 ^{ns}	3,5050 ^{ns}	1,2696 ^{ns}
c x r	505,7*	10,8 ^{ns}	1,5157 ^{ns}	1,8070*
Resíduo b	100,9	8,7	4,5339	0,4188
CV _{bexp} (%)	54,3	78,8	253,79	152,27
Tempo (t)	69,0*	9,8*	6,0146*	0,8742*
t x c	8,0 ^{ns}	0,3 ^{ns}	1,0240*	0,1352*
t x r	1,8 ^{ns}	0,6 ^{ns}	0,2302 ^{ns}	0,0863*
t x c x r	0,6 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,0573 ^{ns}	0,0257 ^{ns}
Resíduo c	69,0	9,8	0,1533	0,0355
CV _{cexp} (%)	16,8	24,5	44,79	44,39

^{ns}Não significativo. *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. QM, quadrado médio; CV, coeficiente de variação experimental.

Para os dados de crescimento em altura, não foi observado na classe de 5 a 15 cm, diferença estatística ($p>0,05$) para as três intensidades de redução foliar, apesar do tratamento que não sofreu redução foliar, ser numericamente superior aos demais. Para a classe de 20 a 35 cm, verificou-se que as reduções de 0 e 50 % não diferiram e foram superiores a de 100 % quanto à altura das mudas de peroba (Tabela 2). Assim, com bases nessas variáveis e no diâmetro, que não foi afetado pelos diferentes níveis de redução foliar, recomenda-se para a espécie em estudo que não seja realizada a redução foliar. Estes resultados foram semelhantes ao encontrado por Santana et al. (2010), ao estudarem miniestacas de oito híbridos de *Eucalyptus urophylla* e quatro níveis de redução (0%, 25%, 50% e 75%), no qual evidenciaram que para a variável altura, qualquer nível de redução foliar pode ser adotado, porém de acordo com Carneiro (1995), isto é válido desde que as mudas estejam no intervalo de 15 – 35 cm de altura, definido como sendo o adequado para mudas de *E. urophylla*. Já para variável diâmetro do colo, 50% dos clones avaliados demonstraram efeito negativo com a redução foliar. Portanto, a não utilização da redução foliar, foi a alternativa mais viável para maioria dos clones avaliados.

Tabela 2. Resultados médios da altura de mudas de peroba em função das três intensidades de redução foliar e das duas classes de tamanho ⁽¹⁾.

Classes	Tratamentos de redução foliar					
	0%		50%		100%	
	-----cm-----					
5 - 15 cm	10,89412	aB	10,13146	aB	10,23648	aB
20 - 35 cm	25,62066	abA	27,65506	aA	24,23885	bA

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Na Figura 1 são apresentadas as equações obtidas com o modelo linear para altura e diâmetro em função do tempo. A taxa de crescimento foi constante, linear e positiva, apresentando um potencial de crescimento após o resgate, sendo que não foi verificada uma tendência de estagnação, ao longo dos tempos avaliados. Almeida et al. (2005), analisaram o crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* em viveiro, sob diferentes níveis de luminosidade e encontraram resultados crescentes de altura e diâmetro ao longo dos 120 dias de avaliação, sendo as maiores médias para o sombreamento de 30%. Viana et al. (2008), em estudos sobre o crescimento de mudas de *Bauhinia forficata* em diferentes tamanhos de recipientes, verificaram crescimento linear ao longo dos períodos de avaliação tanto para altura como diâmetro.

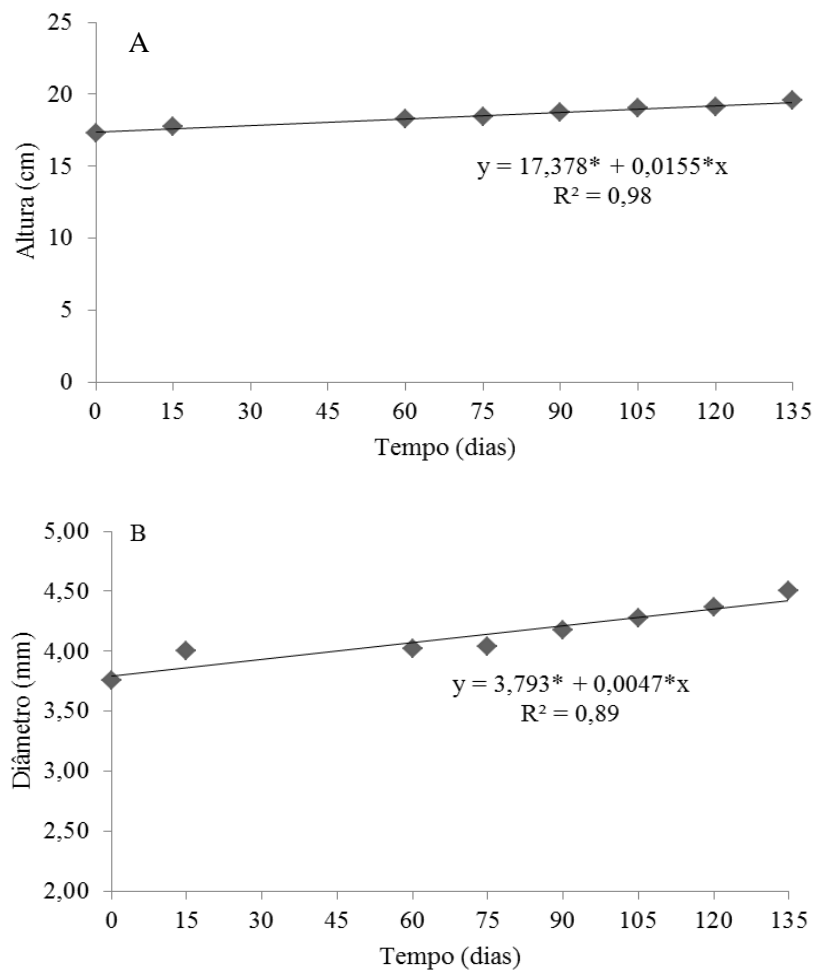


Figura 1. Crescimento em altura (A) e diâmetro (B) de mudas de peroba em função do tempo, obtidas via resgate. * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Na Tabela 3 é apresentada as médias do incremento periódico em diâmetro para a interação entre redução foliar e classes de tamanho e a sua significância.

Nota-se que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as duas classes com as reduções de 50% e 100%, sendo observado somente para o tratamento que não sofreu redução. Para a Classe I - 2,5 a 20 cm, não houve diferença entre as três intensidades de redução foliar, ao contrário da Classe II - 25 a 55 cm, no qual verificou-se que as reduções de 0% e 100% são estatisticamente diferentes entre si, porém iguais a 50%. Apesar das reduções foliares de 0% e 50% serem estatisticamente iguais, nota-se claramente, que o ganho de incremento do tratamento da Classe II, que não sofreu redução (0,826), é numericamente superior aos demais.

Segundo Souza et al. (2006), o diâmetro do colo é uma variável de fundamental importância na avaliação do potencial da muda para sobrevivência e crescimento após o

plantio no local definitivo. Ressalta-se ainda que, diâmetro é um bom indicativo de qualidade de mudas e tem forte correlação com a porcentagem de sobrevivência de mudas (Carneiro, 1995).

Tabela 3. Resultados médios do incremento periódico em diâmetro de mudas de peroba em função das três intensidades de redução foliar e das duas classes de tamanho ⁽¹⁾.

Classes (cm)	-----Redução foliar-----					
	0%		50%		100%	
	-----mm-----					
2,5 – 20	0,318	aB	0,308	aA	0,378	aA
25 – 55	0,826	aA	0,452	abA	0,259	bA

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Assim, de acordo com os resultados, pode-se inferir que os tratamentos que não sofreram reduções foliares apresentaram maiores incrementos em diâmetro que os demais, fato este confirmado pelo ajuste realizado com o modelo quadrático para a interação “tempo x redução foliar” (Figura 2A). O menor incremento para os tratamentos que sofreram reduções foliares pode ser explicado, possivelmente, por uma menor atividade fotossintética das plantas, sendo sua capacidade de recuperação menor.

Com relação às interações classe x tempo, verifica-se, para a variável altura que nos 60 dias iniciais o maior incremento se deu para a Classe II, se igualando com a Classe I aos 75 dias. A partir de então, a Classe I superou a Classe II em ganho de incremento (Figura 2B). Para a variável diâmetro, observa-se que as curvas apresentaram comportamentos semelhantes, porém, a plantas da Classe II proporcionaram maiores ganhos de incremento (Figura 2C). Assim, como a Classe II é constituída de mudas mais desenvolvidas, seu crescimento secundário foi maior, por isso o ganho em diâmetro. Ao contrário, nas plantas da Classe I, onde há a predominância do crescimento primário no material juvenil, o efeito de crescimento em altura foi superior, possivelmente pelo alto balanço auxina/citocinina. Segundo Raven et al. (2007) o crescimento das mudas em altura pelo alongamento do caule é estimulado pelo aumento da concentração de auxina. Já as citocininas estimulam o crescimento pela expansão celular mais do que pelo alongamento, entretanto, deste regulador pode inibir esses efeitos, devido a concentrações mais elevadas que a considerada ótima, o que prejudica a multiplicação e crescimento de espécies (Stoynova-Bakalova et al., 2004).

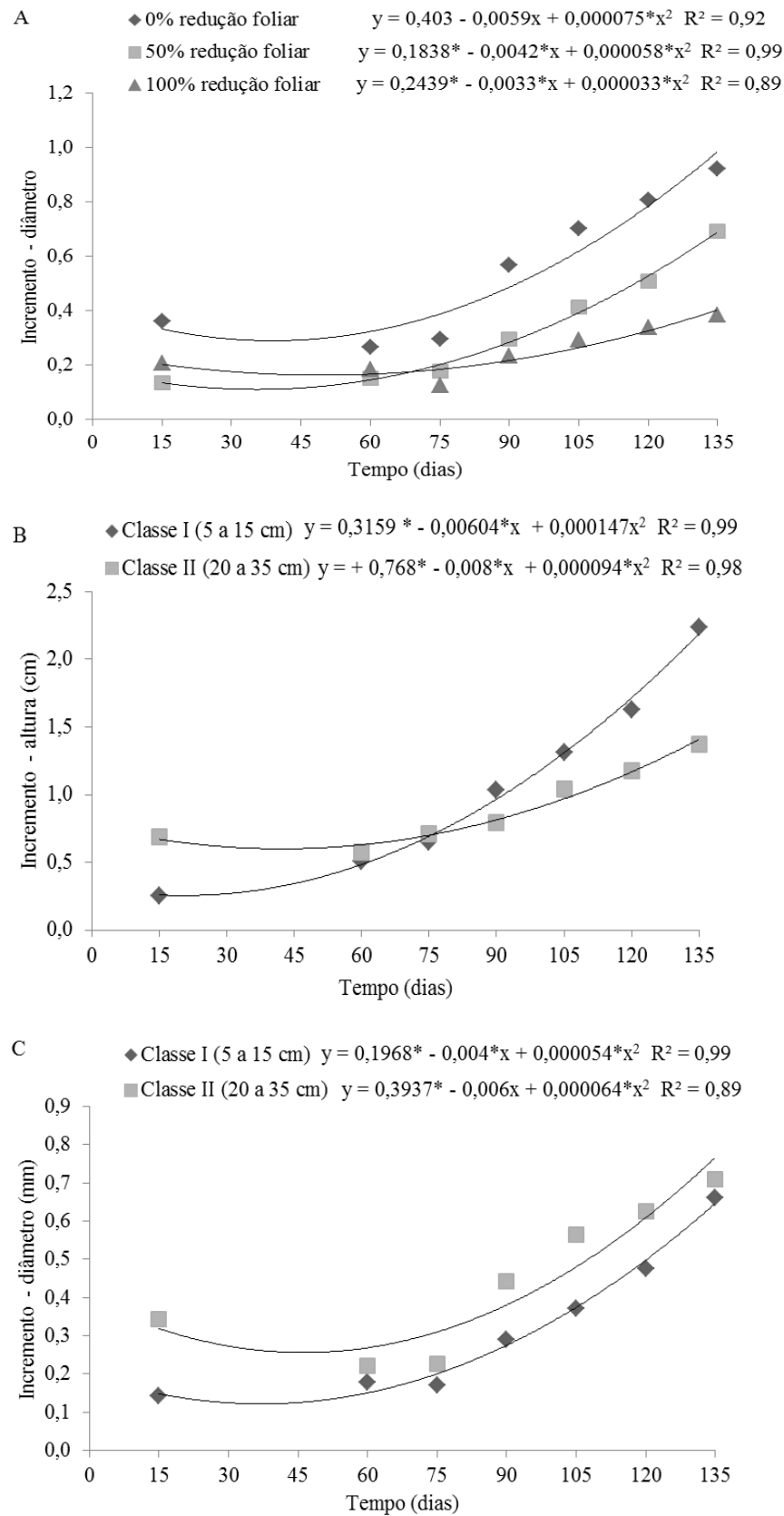


Figura 2. Incremento periódico em diâmetro para interação tempo x redução foliar (A) e classe x tempo (C) e em altura para a interação classe x tempo (B), em função do tempo, para as mudas de peroba, via resgate. *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

A sobrevivência dos 240 indivíduos resgatados foi de 82,9%, sendo 77,5% para a classe de 5 - 15 cm e de 88,3% para classe de 20 - 35 cm. Os valores das taxas de sobrevivência das mudas obtidas neste estudo são superiores aos encontrados em estudos realizados em remanescentes de Floresta Estacional Semidecídua (Nave, 2005; Viani & Rodrigues, 2007; Vidal, 2008; Calegari et al., 2011). Este fato pode ser explicado devido à diferença da metodologia utilizada por estes autores, na qual resgataram todas as plântulas, independente da espécie, que se encontravam dentro dos parâmetros avaliados na área de coleta, enquanto no estudo em questão foi resgatada apenas uma espécie. Outro fato importante é que as espécies apresentaram distintos comportamentos, devido as suas características morfológicas e fisiológicas intrínsecas e muito específicas, portanto, justificase a variação nas taxas de sobrevivência em viveiro para cada espécie.

García-Orth & Martínez-Ramos (2011), ao avaliarem se a presença de árvores isoladas e a remoção de pastagem afetavam a sobrevivência e crescimento de mudas de *Trema micrantha*, encontraram resultados inferiores de sobrevivência (53%) para ambas as características, um ano após o plantio. Blignaut & Milton (2005) também encontraram resultados inferiores (67%) ao transplantarem três espécies de plantas suculentas de áreas destinadas à mineração.

Vale ressaltar que o fato do resgate ter sido realizado em dezembro, em dia chuvoso, com as mudas retiradas do solo sem ocorrência de danos às raízes e das mesmas terem sido mantidas em água e a transferência das plântulas para o recipiente definitivo no viveiro ser realizado no mesmo dia da coleta, pode ter sido o diferencial para as elevadas taxas de sobrevivência.

Segundo Klaus & Kalus (2011), a melhor maneira de maximizar a sobrevivência é selecionar um período de resgate, como na primavera, devendo evitar estações de seca; além de conhecer os padrões sazonais, como temperatura, precipitação, umidade relativa do ar do local. Dessa forma, é possível fazer o planejamento das atividades de transplântio com antecedência, de forma a assegurar maior chance de sucesso.

A significância estatística foi observada para a interação classes de tamanho x redução foliar para a característica sobrevivência. Verifica-se que não houve diferença estatística entre as duas classes, para as reduções de 0% e 50% (Tabela 4). Viani & Rodrigues (2007) em estudos sobre resgate de plantas jovens de várias espécies nativas advindas de remanescente florestal verificaram maior sobrevivência para a classe de altura entre 11 e 20 cm. Nave (2005) em estudo semelhante obteve melhores resultados quando as plantas jovens se

encontravam na classe de 4 a 20 cm, apesar de serem numericamente superiores, a proporção não diferiu significativamente das outras duas classes de 21 a 40 e 41 a 60 cm. Calegari et al. (2011), por sua vez, ao analisarem dois fragmentos, um no estágio médio de sucessão secundária (fragmento médio) e outro num estágio inicial de sucessão (fragmento inicial), obtiveram resultados de maior mortalidade com o aumento do tamanho das mudas, apesar da não diferença estatística para o mesmo tipo de fragmento. Todavia, quando os indivíduos jovens oriundos dos dois fragmentos foram analisados conjuntamente, as plantas com altura superior a 40 cm apresentaram menor sobrevivência. Vidal (2008) obteve resultados parecidos com os demais autores, sendo os indivíduos com alturas entre 5 e 30 cm os que apresentaram maior taxa de sobrevivência.

As reduções de 0% e 100% foram estatisticamente diferentes entre si, porém, semelhantes em relação à redução de 50%, para a classe de 5 a 15 cm, verificando-se assim maior sobrevivência no tratamento que não sofreu redução foliar. Para a classe de 20 a 35 cm, não foi observada diferença estatística entre as três intensidades de redução foliar. O efeito benéfico das folhas é relatado por Hartmann et al. (2002), em que para muitas espécies a presença de folhas ou parte delas é uma condição prévia para a produção de auxinas e cofatores, que são fontes promotores de enraizamento, que movem-se através da planta, do ápice para a base, favorecendo a rizogênese.

Tabela 4. Resultados médios da sobrevivência de mudas de peroba em função das três intensidades de redução foliar e das duas classes de tamanho⁽¹⁾.

Classes	Tratamentos de redução foliar					
	0%		50%		100%	
	-----%-----					
5 - 15 cm	87,50	aA	80,00	abA	65,00	bB
20 - 35 cm	77,50	aA	95,00	aA	92,50	aA

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Para verificar a porcentagem de indivíduos que emitiram folhas, foi utilizado um modelo curvilíneo, independente do seu comportamento, para priorizar o efeito biológico. Assim, como verificado por Fonseca et al. (2002) ao estudarem o efeito do crescimento de mudas de *Trema micranta*, no qual observaram que o número de folhas das mudas aos 120 dias, apresentaram efeito quadrático.

As mudas da classe de 5 a 15 cm emitiram mais folhas ao longo do tempo, para as três intensidades de redução foliar, em comparação à classe de 20 - 35 cm nas mesmas

intensidades de redução (Figura 3). Entretanto, essa emissão foi mais acelerada na redução foliar de 100% para as duas classes de tamanho, fato que pode ser explicado por uma capacidade de brotação mais acentuada intrínseca à espécie, pois, ao podar totalmente as mudas de peroba, inibiu-se a dominância apical (normalmente causado pelo maior concentração de auxina). Segundo Cline (1994) a produção de auxina pelas gemas apicais inibe o desenvolvimento de gemas laterais do caule, à medida que ocorre a remoção da gema apical, normalmente, conduz a um estímulo do crescimento das gemas laterais, pois, se elimina a influência desse regulador de crescimento, permitindo assim, que as gemas laterais saiam do estado de dormência e deem origem aos ramos, folhas e flores.

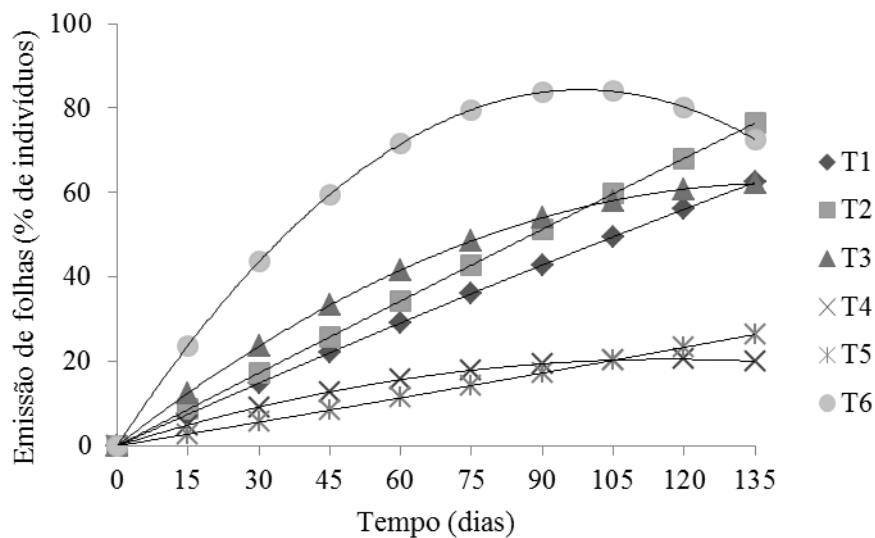


Figura 3. Curvas relacionadas aos ajustes do modelo quadrático $y = \beta_1 T + \beta_2 T^2$ para mudas de peroba, via resgate, em função do tempo, em que y = emissão de folhas (% de indivíduos que emitiram folhas) e T = tempo. β_0 = constante zero. Deste modo: T1 (0%), T2 (50%) e T3 (100%) são da classe I - 5 a 15 cm e T4 (0%), T5 (50%) e T6 (100%) da classe II -20 a 35 cm. Ajustes: T1) $y = 0,5039*T - 0,00037*T^2$ ($R^2 = 0,870$); T2) $y = 0,5767*T - 0,00017*T^2$ ($R^2 = 0,976$); T3) $y = 0,8810*T - 0,0031*T^2$ ($R^2 = 0,967$); T4) $y = 0,3510*T - 0,0015*T^2$ ($R^2 = 0,883$); T5) $y = 0,1842*T + 0,00017*T^2$ ($R^2 = 0,926$) e T6) $y = 1,7157*T - 0,0087*T^2$ ($R^2 = 0,938$). *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

A porcentagem de indivíduos sobreviventes que emitiram folhas foi crescente para o tratamento que não sofreu redução foliar da Classe I (T1) e para os tratamentos com 50% de redução foliar de ambas as classes de altura (T2 e T5). Ao contrário dos tratamentos que tiveram todas suas folhas removidas (T3 e T6) e o que não sofreu redução foliar da Classe II (T4), no qual foi verificado um efeito quadrático, apresentaram inicialmente aumento na emissão de folhas, porém, ao longo do tempo, foi verificada uma tendência negativa.

Resultado este, possivelmente, devido a uma falta de vigor das mesmas e/ou, uma atividade fotossintética insuficiente para suprir a demanda energética das raízes e demais órgãos do vegetal. Viani e Rodrigues (2007) observaram que os indivíduos resgatados que emitiram folhas foram maiores até o terceiro mês, diminuindo nas avaliações seguintes, fato este que corroboram, para a maioria dos tratamentos estudados.

Segundo Santana et al. (2010), a recomendação de não realizar a redução foliar em miniestaca de eucalipto permite um desenvolvimento semelhante a outros níveis de redução, não causando estresse para conter miniestacas como resultado da redução da folha, que reduz o risco de contaminação patogênica, devido ausência de lesões foliares, minimizando o risco de doenças, além do trabalho repetitivo em viveiro.

Dessa forma, indivíduos e ambas as classes e que não sofreram redução foliar, responderam de forma positiva ao transplante, seja pelo incremento periódico, ou sobrevivência ou emissão de folhas. Benefícios podem ser evidenciados com a não redução foliar, através da redução de custo e tempo na produção de mudas de peroba.

Viani & Rodrigues (2009), ao estudarem o potencial da comunidade de plântulas de um fragmento florestal para a restauração de florestas tropicais, constataram que várias espécies que possuíam alta densidade não estavam disponíveis nos viveiros florestais do estado de São Paulo, verificando nestes casos, que o transplante de mudas florestais para viveiro ou diretamente para áreas de restauração, surge como uma alternativa fundamental até que o conhecimento necessário para o cultivo de plântulas seja obtido. Além da dificuldade na coleta de sementes, ou até mesmo pelo desconhecimento dos mecanismos fisiológicos das espécies e das tecnologias empregadas na germinação das sementes (Viani & Rodrigues, 2007).

Ressalta-se, no entanto, a importância de investigar a técnica de resgate, sendo recomendado a utilização de procedimentos diferentes para cada espécie ou família botânica, ou seja, buscar novos métodos que garantam à técnica maior diversidade e eficácia.

Assim, como a transferência de plântulas de peroba para viveiro foi viável como técnica de produção de mudas e desempenhou um papel vital na conservação da espécie, seria interessante, nos casos em que a utilização dessa técnica visa o transplante para o viveiro, o estudo por espécie ou até mesmo por família botânica para obtenção de maiores informações sobre suas características individuais de desenvolvimento.

Conclusões

1. É aconselhável resgatar plântulas de peroba nas duas classes de tamanho, devido a alta taxa de sobrevivência, emissão de folhas e crescimento.
2. A não redução foliar é a alternativa mais viável para produção de mudas de peroba, via resgate de plântulas.

Agradecimentos

À UFVJM, pelo apoio financeiro.

Ao Instituto Estadual de Floresta (IEF) pela licença de realização deste trabalho no Parque Estadual do Biribiri (PEB).

Referências

- ALFENAS, A.C.; ZAUZA, E.A.V.; MAFIA, R.G.; ASSIS, T.F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 442 p.
- ALMEIDA, L.S.; MAIA, N.; ORTEGA, A.R.; ÂNGELO, A.C. 2005. Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham. em viveiro submetidas a diferentes níveis de luminosidade. **Ciência Florestal**, v.15, p.323-329, 2005.
- BLIGNAUT, A.; MILTON, S.J. Effects of multispecies clumping on survival of three succulent plant species translocated onto mine spoil in the Succulent Karoo Desert, South Africa. **Restoration Ecology**, v.13, p.15-19, 2005.
- CALEGARI, L.; MARTINS, S.V.; BUSATO, L.C.; SILVA, E.; JUNIOR, R.C.; GLERIANI, J.M. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas em viveiro via resgate de plantas jovens. **Revista Árvore**, v.35, p.41-50, 2011.
- CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR, 1995. 451 p.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA- CNPF, 1994. p.640.
- CLINE, M.G. The role of hormones in apical dominance. New approaches to an old problem in plant development. **Physiologia Plantarum**, Edinburgh, v.90, p.230-237, 1994.
- FALK, D.A.; MILLAR, C.I.; OLWELL, M. **Restoring diversity: strategies for reintroduction of endangered plants**. Island Press, Washington, D.C, 1996.
- FONSECA, E.P.; VALÉRI, S.V.; MIGLIORANZA, E. FONSECA, N.A.N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v.26, p.515-523, 2002.
- GARCÍA-ORTH, X.; MATÍNEZ-RAMOS, M.M. Isolated trees and grass removal improve performance of transplanted *Trema micrantha* (L.) Blume (Ulmaceae) saplings in tropical pastures. **Restoration Ecology**, v.19, p.24-34, 2011.
- GOOD, J.E.G.; WALLACE, H.L.; STEVENS, P.A.; RADFORD, G.L. Translocation of herb-rich grassland from a site in Wales prior to opencast coal extraction. **Restoration Ecology**, v.7, p.337-347, 1999.

- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JUNIOR, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 7^a ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880 p
- KLAUS, N.A.; KLAUS, J.M. Evaluating tolerance of herbicide and transplantation by Cane (a Native Bamboo) for canebrake restoration. **Restoration Ecology**, v.19, p.344-350, 2011.
- LAMB, D., ERSKINE, P.D., PARROTTA, J.A. Restoration of degraded tropical Forest landscapes. **Science**, v.310, p.1628-1632, 2005.
- LAWRENCE, B.A.; KAYE, T.N. Reintroduction of *Castilleja levisecta*: Effects of ecological similarity, source population genetics, and habitat quality. **Restoration Ecology**, v19, p.166-176, 2011.
- NAVE, A. G. **Banco de sementes autóctone e alóctone, resgate de plantas e plantio de vegetação nativa na fazenda Intermontes, município de Ribeirão Grande, SP**. 2005. 218p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- NEVES, S.C.; ABREU, P.A.A.; FRAGA, L. M.S. Fisiografia. In SILVA, A.C.; PEDREIRA, L. C.V.S.F.; ABREU, P.A.A. (Ed). **Serra do Espinhaço Meridional: Paisagens e Ambientes**. Belo Horizonte, O Lutador, 2005. p.47-58.
- RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. 830 p.
- SANTANA, R.C.; DUTRA, T.R.; CARVALHO NETO, J.P.; NOGUEIRA, G.S.; GRAZZIOTTI, P. H.; BARROS FILHO, N. F. de Influence of leaf area reduction on clonal production of eucalyptus seedlings. **Cerne**, v.16, p.251-257, 2010.
- SEDDON, P.J. From reintroduction to assisted colonization: moving along the conversation translocation spectrum. **Restoration Ecology**, v.18, p.796-802, 2010.
- SOUZA, C. A.M.; OLIVEIRA, R.B.; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J.S.S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. **Ciência Florestal**, v. 16, p. 243-249, 2006.
- STATSOFT, INC. (2010). STATISTICA (data analysis software system), version 10. **www.statsoft.com**.
- STOYNOVA-BAKALOVA, E.; KARANOV, E.; PETROV, P.; HALL, M.A. Cell division and cell expansion in cotyledons of *Arabidopsis* seedlings. **New Phytologist**, v.162, p.471-479, 2004.
- VIANA, J.S.V.; GONÇALVES, E.P.; ANDRADE, L.A.de; OLIVEIRA, L.S.B.de; SILVA, E.O. Crescimento de mudas de *Bauhinia forficata* Link. em diferentes tamanhos de recipientes. **Floresta**, v.38, n.4, p.663-671, 2008.
- VIANI, R.A.G.; RODRIGUES, R.R. Potential of the seedling community of a forest fragmente for tropical forest restoration. **Scientia Agricola**, v.66, p.772-779, 2009.
- VIANI, R.A.G.; RODRIGUES, R.R. Sobrevivência em viveiro de mudas de espécies nativas retiradas da regeneração natural de remanescente florestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1067-1075, 2007.
- VIDAL, C.Y. **Transplante de plântulas e plantas jovens como estratégia de produção de mudas para a restauração de áreas degradadas**. 2008. 162p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

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

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal**: princípios e técnicas. Viçosa, MG: UFV, 2009. 272 p.

WENDELBERGER, K.S.; FELLOWS, M.Q.N.; MASCHINSKI, J. Rescue and restoration: experimental translocation of *Amorpha herbacea* Walter var. *crenulata* (Rybd.) Isley into a novel urban habitat. **Restoration Ecology**, v.16, p.542-552, 2008.

Artigo científico II

(Preparado de acordo com as normas da revista Pesquisa Ciência Agronômica)

Resgate de plantas de arnica como alternativa para conservação e recuperação de ecossistemas de Campo Rupestre

Nathália Ferreira e Silva^{1*} e Israel Marinho Pereira²

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do tamanho da planta resgatada e dos níveis de redução foliar na sobrevivência, crescimento, e inserção de folhas em mudas de arnica obtidas via resgate em um remanescente de Campo Rupestre. Foram resgatados 240 indivíduos, os quais foram transportados para casa de sombra com 50% de redução de luminosidade. Estes foram divididos em duas classes de altura (Classe I – 2,5 a 20 cm e Classe II – 25 a 55 cm) e submetidos a três intensidades de redução foliar (0%, 50% e 100%). As medições de altura, diâmetro e emissão de novas folhas foram realizadas em nove tempos (0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 e 120 dias), e a avaliação da sobrevivência aos 120 dias. A taxa média de sobrevivência foi de 49,2%, sendo maior na Classe I e não apresentando diferença estatística quanto aos três tipos de redução foliar. A inserção de folhas foi maior nos indivíduos que sofreram redução foliar, observando uma diminuição ao longo do tempo, ao contrário das mudas com 0% de redução, que teve um crescimento linear. Portanto, é aconselhável que o resgate de mudas de arnica seja realizado para plantas com tamanho entre 2,5 e 20 cm, sem necessidade de redução foliar.

Palavra-chave: *Lychnophora pohlii*, produção de mudas, redução foliar, classe de altura.

Evaluation of the arnica plant rescue as an alternative to conservation and restoration of ecosystems Campo Rupestre

Abstract –The objective of this study was to evaluate the effect of plant size and rescued the levels of reduction in leaf survival, growth, and insertion of leaves in seedlings of Arnica obtained via salvage a remnant of Campo Rupestre. We rescued 240 individuals, which were transported to a shade house with 50% reduction in brightness. They were divided into two classes height (Class I - 2.5 to 20 cm and Class II - 25-55 cm) and subjected to three levels of reduction leaf (0%, 50% and 100%). The measurements of height and diameter and issue new leaves were collected at nine times (0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105 and 120), and evaluation of survival at 120 days. The average survival rate was 49.2%, higher in Class I and no significant difference regarding the three types of leaf reduction. The insert sheet was higher in subjects experiencing a reduction leaf observing a decrease over time, unlike the seedling with 0% reduction, which increased linearly. Therefore, it is advisable to ransom seedling plant arnica is made with size between 2.5 and 20 cm, without reducing leaf.

Key words: *Lychnophora pohlii*, seedlings production, reducing in leaf, height class.

*Autor para correspondência

¹Engenheira Florestal - Mestranda em Ciência Florestal - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, *Campus JK* – Rodovia MGT 367 Km 583, nº 5000 – Alto Jacuba - CEP 39100-000 — Diamantina/MG - nathfs7@hotmail.com

²Engenheiro Florestal – Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Florestal - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, *Campus JK* – Rodovia MGT 367 Km 583, nº 5000 – Alto Jacuba - CEP 39100-000 — Diamantina/MG - imarinhopereira@gmail.com

Introdução

Os campos rupestres da Serra do Espinhaço são conhecidos pela sua alta biodiversidade e riqueza em endemismos (Coutinho, 2006). Possuem uma flora bastante especializada e muito rica em espécies de distribuição ecológica e geográfica muito restrita (Oliveira-Filho e Fluminhan-Filho, 1999). Porém, tal vegetação encontra-se bastante ameaçada. Espécies nativas de importância comercial e ecológica estão desaparecendo em função da ocupação desordenada, da expansão urbana e agropecuária, da exploração irracional e do uso indiscriminado do fogo (Fielder et al., 2004). Nesta região também estão sendo implantadas várias mineradoras de grande porte, o que resultará em supressão de grandes áreas.

Dentre as várias espécies endêmicas dos Campos Rupestres que se encontram em áreas de distribuição restrita, destaca-se *Lychnophora pohlii* Schultz-Bip. Tal espécie possui grande importância ecológica e econômica e atualmente está inserida na lista das espécies ameaçadas de extinção da flora do estado de Minas Gerais, classificada na categoria de plantas em perigo de extinção. Conhecida popularmente como arnica, pertence à família Asteraceae, sendo amplamente utilizada na medicina popular e indicada para recuperação de áreas degradadas. Segundo Hein et al., (2007), a eficiência na dispersão confere às Asteraceae extrema importância no conhecimento da recuperação de áreas degradadas, onde participam tanto como pioneiras na colonização de ambientes degradados, quanto na ocorrência em clareiras e bordas de mata.

Vários estudos já evidenciaram o potencial de outras espécies de arnica para reabilitação de áreas degradadas. Segundo Jacobi et al. (2008) *Lychnophora pinaster* é frequentemente encontrada em associação com plântulas de outras espécies, propiciando sombreamento, acúmulo de matéria orgânica e proteção contra o vento, devido a essa função facilitadora na comunidade recebe nome de planta-berçário.

Jacobi et al. (2007), em levantamentos florísticos de duas áreas de campos rupestres ferruginosos, conhecidos como vegetação de cangas, localizadas no Quadrilátero Ferrífero, uma na Serra do Rola Moça e outra na Serra da Moeda, observaram que a arnica é umas das espécies mais comuns. Sua alta sobrevivência nestes locais pode estar relacionada as adaptações morfológicas e fisiológicas, que favorece o desenvolvimento nestes ambientes com grandes afloramentos rochosos.

No entanto, devido a sua grande dificuldade de propagação, a exploração de seus recursos genéticos é obtida através de uma coleta extensiva e extrativista (Rodrigues e

Carvalho, 2001; Souza et al., 2003). Formas de minimizar tais problemas e assegurar a sobrevivência da espécie, pode se dar por meio de usos de métodos alternativas para produção de mudas. O resgate de indivíduos da flora em áreas liberada para supressão, em empreendimentos minerários ou hidrelétricos, seria uma das opções. Segundo García-Orth & Martínez-Ramos (2011), tal prática é promissora para superar barreiras ambientais (ambientes em condições estressantes e disponibilidade de propágulos escassos), que afetam a sobrevivência, crescimento e/ou reprodução de plantas em regeneração.

O transplante de mudas evita o risco elevado de mortalidade de sementes e mudas de árvores (Martínez-Garza et al., 2005). Além disso, proporciona vários benefícios ecológicos, tais como: disponibilidade de poleiros para dispersores, aumentando, assim, a chuva de sementes em campo aberto (Holl, 2002); promove a viabilidade de plantas ameaças de extinção (Lawrence e Kaye, 2011); dispensa etapas tradicionais na produção por sementes (Calegari, et al., 2011); além de facilitar o processo de sucessão.

Os poucos estudos existentes na literatura científica sobre resgate de plântulas jovens de espécies tropicais relatam a necessidade de se realizar cortes de 50% das folhas de cada indivíduo. Esse processo auxilia no sucesso de pega, devido a redução do estresse hídrico, e facilita a visualização da emissão de novas folhas pela planta. A fim de evitar a perda de água por transpiração, Xavier et al. (2009) recomendam a redução do limbo foliar em 50%, sendo a proporção mais comum na produção clonal por enraizamento de estacas de eucalipto no Brasil. A redução da folha visa evitar o efeito "guarda-chuva", que, potencialmente, prejudica a eficiência da irrigação, além de evitar a transpiração em excesso (Santana et al., 2010).

Os estudos sobre resgate de plântulas de espécies tropicais são escassos, mas necessários para preservação da biodiversidade. Porém tem sido uma das principais condicionantes impostas pelos órgãos ambientes no licenciamento de empreendimentos minerários e hidrelétricos. Portanto, o objetivo deste trabalho foi obter informações sobre a eficiência da técnica de resgate de plantas jovens de arnica (*Lychnophora pohlii*), em duas classes de altura e três intensidades de redução foliar. Avaliando-se a influência no crescimento, sobrevivência e inserção de folhas em condições de viveiro, visando a posterior utilização de mudas em projetos de restauração de ecossistemas degradados.

Material e Métodos

O resgate de mudas de arnica (*Lychnophora pohlii*) foi realizado em áreas de Campo Rupestre, destinadas a supressão da vegetação para ampliação do *Campus* Juscelino Kubitschek, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) em Diamantina, MG (ANEXO 2A). O regime climático da região é tropical típico, Cwb na classificação de Koppen, caracterizado por verões brandos e úmidos, e invernos mais frescos e secos. As médias anuais de precipitação variam entre 1250 e 1550 mm e temperatura de 18 e 19 °C. A umidade relativa do ar se situa em torno de 75,6% (NEVES et al., 2005).

Após estabelecer a área de coleta, a metodologia do resgate de mudas de arnica obedeceu à seguinte sequência:

- a) Coleta: Foram coletadas ao acaso, de forma cautelosa para não causar quebras ou danos às raízes, 240 plantas de arnica (120 da Classe I – 2,5 a 20 cm de altura e 120 da Classe II – 25 a 55 cm de altura), aparentemente sadias e sem sinal de injúrias, em dezembro de 2010. O material experimental foi destorroado manualmente na região radicular e acondicionado imediatamente em recipientes contendo água.
- b) Transporte: Após o acondicionamento, as mudas foram conduzidas ao Centro Integrado de Propagação de Espécies Florestais (CIPEF), do Departamento de Engenharia Florestal da UFVJM, em Diamantina, MG, onde foi instalado o experimento imediatamente após a coleta. O CIPEF situa-se a aproximadamente 1390 m de altitude, sendo a precipitação e temperatura médias anuais de 1404 mm e 18,1°C, respectivamente (ANEXO 2B).
- c) Transplante: As mudas foram transplantadas para sacos de polietileno (30 x 20 cm) preenchidos com substrato composto por 70% de terra de subsolo (neossolo), 30% de Bioplant® e 7 g/L de osmocote®, na proporção (N-P-K) de 15-9-12. As raízes excessivamente grandes ou tortas foram podadas quando excediam o recipiente de transplante.
- d) Tratos culturais no viveiro: As mudas foram mantidas em casa de sombra com cobertura de sombrite de 50% de redução de luminosidade e irrigação por aspersão com vazão de 85 L/h. Após 100 dias as mudas passaram por um processo de rustificação a céu aberto e irrigação por aspersão com vazão de 200 L/h, na qual permaneceram até o final do experimento. O controle das ervas daninhas ocorreu manualmente e de forma periódica.

O experimento consistiu da avaliação de três características: crescimento em altura e diâmetro do colo, sobrevivência e emissão de folhas. Para a primeira, o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, no esquema de parcelas

subdivididas 2x3x9, sendo estudado na parcela principal o efeito de duas classes de tamanho (Classe I – 2,5 a 20 cm e Classe II – 25 a 55 cm), na primeira subparcela três intensidades de redução foliar (0% - sem redução foliar, 50% - redução em 50% de todas as folhas e 100% - remoção total das folhas) e na última, nove tempos (0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120 dias). A unidade experimental foi constituída por 10 mudas (ANEXO 2C). Para a avaliação da sobrevivência, a única diferença em relação ao anterior é que foram adotados apenas os tratamentos relacionados às classes de tamanho e redução foliar aos 120 dias, assim, constituindo um esquema fatorial 2x3 (duas classes e três intensidades de redução). A emissão de folhas foi avaliada pela porcentagem de indivíduos que emitiram novas folhas ao longo dos tempos descritos, consistindo deste modo, em uma análise de regressão em função do tempo, para cada combinação (classes x intensidade de redução), totalizando seis ajustes.

A altura total (cm) foi definida como a distância do nível do substrato até a inserção da última gema e foi mensurado com auxílio de uma régua graduada e o diâmetro do colo (mm) com um paquímetro digital. A sobrevivência (%) foi avaliada a partir do número de indivíduos mortos aos 120 dias, que se baseou na ausência de folhas e caules secos.

Os dados foram submetidos à ANOVA e, para os de caráter qualitativo, procedeu-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. No caso do tempo (caráter quantitativo), realizou-se regressão, o qual foi ajustado o modelo linear simples “ $y = \beta_0 + \beta_1.T$ ” e quadrático “ $y = \beta_0 + \beta_1.T + \beta_2.T^2$ ” pelo método dos mínimos quadrados ordinários em que o tempo foi a variável explicativa e a variável dependente foi a altura total e diâmetro do colo. A análise estatística foi realizada com auxílio do programa *Statistica 10.0* (StatSoft, 2010).

Resultados e Discussão

Verifica-se na Tabela 1, que houve diferença significativa ($p < 0,05$) para redução foliar e interação tempo x classe para a característica altura, enquanto que para o diâmetro do colo a significância ($p < 0,05$) ocorreu para as classes e para o tempo. A significância estatística para a classe, já era esperado, uma vez que as mudas de arnica foram separadas em duas categorias de alturas.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para as características de altura total e diâmetro do colo das mudas de arnica ao longo dos 120 dias após o resgate.

Fonte de variação	Altura total (cm)	Diâmetro do colo (mm)
	QM	QM
Classes (c)	28034,01*	526,12*
Resíduo a	157,01	59,51
CV _{exp} (%)	51,76	46,43
Reduções (r)	436,17*	53,76 ^{ns}
c x r	91,54 ^{ns}	46,05 ^{ns}
Resíduo b	52,61	14,14
CV _{exp} (%)	29,97	22,63
Tempo (t)	9,98*	5,77*
t x c	15,31*	0,31 ^{ns}
t x r	2,66 ^{ns}	0,81 ^{ns}
t x c x r	2,17 ^{ns}	0,75 ^{ns}
Resíduo c	1,86	0,94
CV _{exp} (%)	5,63	5,84

^{ns}Não significativo. *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. QM, quadrado médio; CV, coeficiente de variação experimental.

Para a variável altura, as intensidades de 50% e 100% de redução foliar foram estatisticamente diferentes, porém iguais a redução de 0% (Figura 1). Santana et al. (2010), ao estudarem oito híbridos de *Eucalyptus urophylla* e quatro níveis de redução (0%, 25%, 50% e 75%), verificaram que para a variável altura, qualquer nível de redução foliar pode ser adotado, porém de acordo com Carneiro (1995), isto é válido desde que as mudas estejam no intervalo de 15 – 35 cm de altura, definido como sendo o adequado para mudas de *E. urophylla*. Já para variável diâmetro do colo, 50% dos clones avaliados demonstraram efeito negativo com a redução foliar. Portanto, a não utilização da redução foliar, foi a alternativa mais viável para maioria dos clones avaliados.

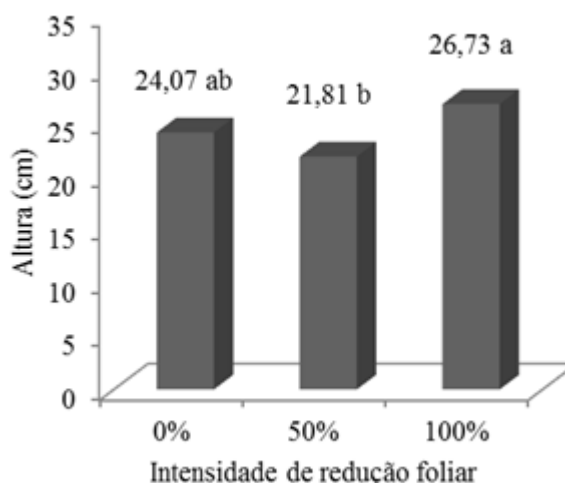


Figura 1 - Valores médios de altura de plantas de arnica sob diferentes intensidades de redução foliar. Em que: as médias acompanhadas de mesma letra nas barras não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Foi verificada ao longo do tempo uma elevada taxa de mortalidade nas plantas de maior porte. Deste modo, para não afetar as avaliações de crescimento em diâmetro do colo e altura em todas as medições, inclusive na primeira, foram consideradas apenas as plantas que sobreviveram até o última medição, ou seja, foi calculado o crescimento durante os 120 dias somente das 118 mudas sobreviventes. Foi realizado os ajustes com o modelo quadrático para altura da interação (classe x tempo) e com o modelo linear para o diâmetro em função do tempo.

Observa-se que a partir da segunda medição, que as mudas começaram a ter um leve decréscimo em altura, no entanto, cerca de 60 dias após, foi verificado uma recuperação das mesmas. Ao contrário do diâmetro do colo, no qual foi observado um crescimento linear e positivo (Figura 2). Foi constatado neste trabalho, durante cerca dos 60 dias iniciais, que os indivíduos de arnica murcharam e conseqüentemente perderam suas folhas, porém não deram indícios de estarem mortos, podendo permanecer por um tempo num estado de latência.

Outra possível conjectura pode ser devido a espécie de *Lychnophora pohlii* ocorrer em ambientes secos, apresentando adaptação a exposição ao sol, a escassez de água e solos rasos, assim, ao serem transplantadas para o viveiro, em casa de sombra e com irrigação em abundância, as mudas sofreram inicialmente para se adaptarem, sendo a altura mais afetada do que o diâmetro, já que quando as plantas foram transportadas para céu aberto, onde ocorre a diminuição da irrigação, não foi observado decréscimo das mesmas. O período de permanência sob sombreamento pode ter diminuído a fotossíntese e, conseqüentemente, a quantidade de fotoassimilados e reguladores de crescimento. Varela e Santos (1992), ao

estudarem a influencia do sombreamento (30%, 50%, 70%) em mudas de angelim pedra (*Dinizia excelsa*), verificaram que as média da altura e do diâmetro do colo da plantas, diminuíram com o aumento do sombreamento. Assim de acordo com estes autores, o decréscimo observado com o sombreamento pode ser justificado pela capacidade do sistema fotossintetizante, pois, não havendo produção suficiente de assimilados, o crescimento da planta não é satisfatório. Perdita

Chaves e Paiva (2004), ao avaliarem a influência do período de sombreamento de mudas de fedogoso (*Senna macranthera*) sobre parâmetros morfológicos e índices de qualidade, concluíram que a espécie apresenta vantagem quando sombreadas nos primeiros 60 dias após a sementeira, contrariando em parte os resultados deste trabalho. Fonseca et al. (2002), em estudo semelhante com *Trema micranta*, verificaram que mudas desenvolvidas sob maiores períodos de sombreamento, apresentaram piores qualidades e redução do diâmetro do colo, embora tenham alcançado maiores alturas das partes aéreas. Scalon et al. (2003, 2006) ao estudarem mudas de castanha-do-maranhão (*Bombacopsis glabra*) e orelha-de-macaco (*Enterolobium contortisiliquum*) respectivamente, observaram que os níveis de luz estudados não afetaram a sobrevivência e o diâmetro do caule, para mudas de castanha-do-maranhão, e que quando crescidas sob 50% de sombra apresentaram maior altura, enquanto mudas de orelha-de-macaco, desenvolveram-se melhor a pleno sol apresentando maior altura. Segundo Varela e Santos (1992), a altura possui diferentes padrões de resposta de acordo com a capacidade adaptativa das espécies às variações na intensidade de luz.

O crescimento incomum em altura apresentado pelas plantas de arnica, durante os 60 dias iniciais, pode ser devido a um processo de adaptação destas ao ambiente sombreado, ou seja, uma limitação imposta pelos fatores de produtividade (água, luz, nutrientes, etc.) intrínsecos ao próprio ambiente, assim como características genéticas da própria espécie relacionada a um lento crescimento, e/ou o resultado da composição do substrato utilizado no cultivo das mudas. Segundo Campos e Uchida (2002), são necessários estudos sobre o efeito da composição do substrato tendo em vista a obtenção de mudas de melhor qualidade e a redução do tempo de permanência no viveiro.

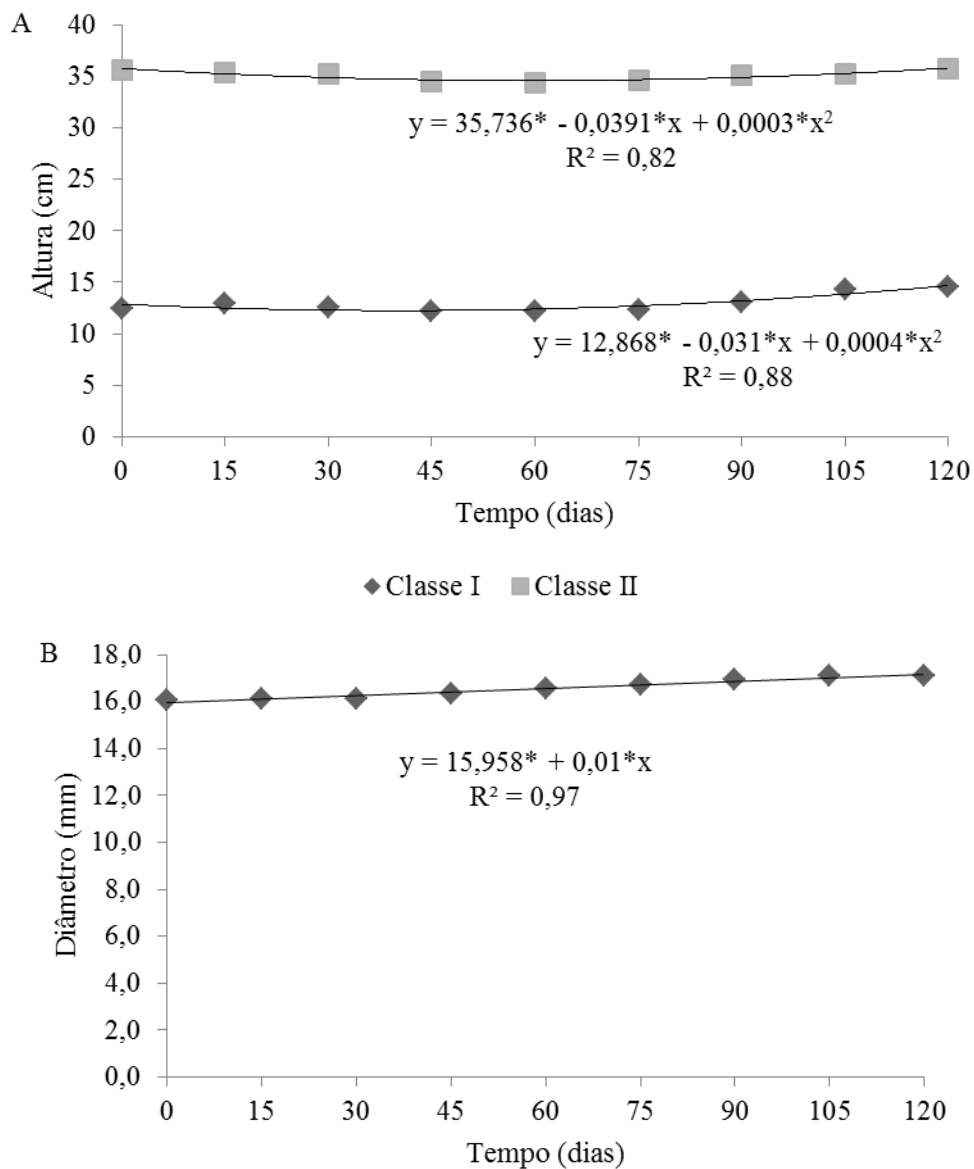


Figura 2 - Crescimento em altura para interação tempo x redução foliar (A) e diâmetro em função do tempo classe x tempo (B), para as mudas de arnica, via resgate. *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

A taxa de sobrevivência dos 240 indivíduos resgatados foi de 49,15%, sendo 68,3% para Classe I – 2,5 a 20 cm e de 30% para Classe II – 25 a 55 cm. A significância estatística foi observada a nível de interação classes de tamanho x redução foliar e foi acompanhada pelo desdobramento dos graus de liberdade (Tabela 2). Para a Classe I, não foi observada diferença estatística entre as três intensidades de redução foliar, ou seja, diferentes níveis de redução foliar não afetaram a sobrevivência, portanto, qualquer uma das intensidades de redução pode ser aplicada. Enquanto para a Classe II a redução de 100% diferenciou-se das de 0% e 50%, proporcionando uma maior sobrevivência em relação aos demais níveis de reduções foliar. Ao

se analisar as classes de altura em função dos tratamentos de redução foliar, observa-se que a Classe I é superior a Classe II, deste modo, ao fazer o resgate de arnica, recomenda-se coletar plantas de menor altura e sem redução foliar.

Tabela 2 - Resultados médios da sobrevivência de mudas de arnica em função das três intensidades de redução foliar e das duas classes de tamanho⁽¹⁾.

Classes (cm)	-----Redução foliar-----		
	0%	50%	100%
2,5 - 20	70,00 aA	72,50 aA	62,50 aA
25 - 55	15,00 bB	27,50 bB	47,50 aB

⁽¹⁾Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Viani e Rodrigues (2007), em estudos sobre resgate de plantas jovens de várias espécies nativas, verificaram maior sobrevivência nas plantas da classe de altura entre 11 e 20 cm, porém evidenciaram que em todas as classes os três meses iniciais após o transplante, foi o período mais crítico para a sobrevivência das mudas. Calegari et al. (2011), em trabalho semelhante, também encontraram maior sobrevivência em mudas de menor altura.

A alta taxa de mortalidade da arnica pode ser devido à sua ocorrência estar associada a solos rasos ou entre fendas e afloramentos rochosos, o que torna seu resgate mais difícil, podendo ocasionar danos às raízes. Porém, vale ressaltar que o resgate foi realizado em dezembro, em dia chuvoso, sendo as plantas de maior porte mais difíceis de serem coletadas, o que pode ter acarretado a maior taxa de mortalidade da Classe II.

Para verificar a porcentagem de indivíduos que emitiram folhas, foi utilizado um modelo curvilíneo, para priorizar o efeito biológico. Assim, como verificado por Fonseca et al. (2002) ao estudarem o efeito do crescimento de mudas de *Trema micranta*, no qual observaram que o número de folhas das mudas aos 120 dias, apresentaram efeito quadrático.

Foi observada uma tendência crescente até os 80 dias na porcentagem de indivíduos que emitiram folhas para as curvas referentes às reduções de 100% (T3 e T6) e 50% (T5), ocorrendo um decréscimo logo após (Figura 3). Fato explicado por uma capacidade de brotação mais acentuada intrínseca à espécie, pois ao podar totalmente as mudas de arnica, inibiu a dominância apical (normalmente causado pelo maior concentração de auxina). Segundo Cline (1994) a produção de auxina pelas gemas apicais, inibe o desenvolvimento de gemas laterais do caule, à medida que ocorre a remoção da gema apical, normalmente, conduz a um estímulo do crescimento das gemas laterais, pois se elimina a influência desse regulador

de crescimento, permitindo assim, que as gemas laterais saiam do estado de dormência e deem origem a formação de ramos, folhas e flores.

Nos tratamentos em que não houve redução foliar (T1 e T4), foi observado um crescimento linear. Segundo Hartmann et al. (2002), para muitas espécies, a presença de folhas ou parte delas é uma condição prévia para a produção de auxinas e cofatores, que são fontes promotores de enraizamento, que move-se através da planta, do ápice para a base, favorecendo a rizogênese.

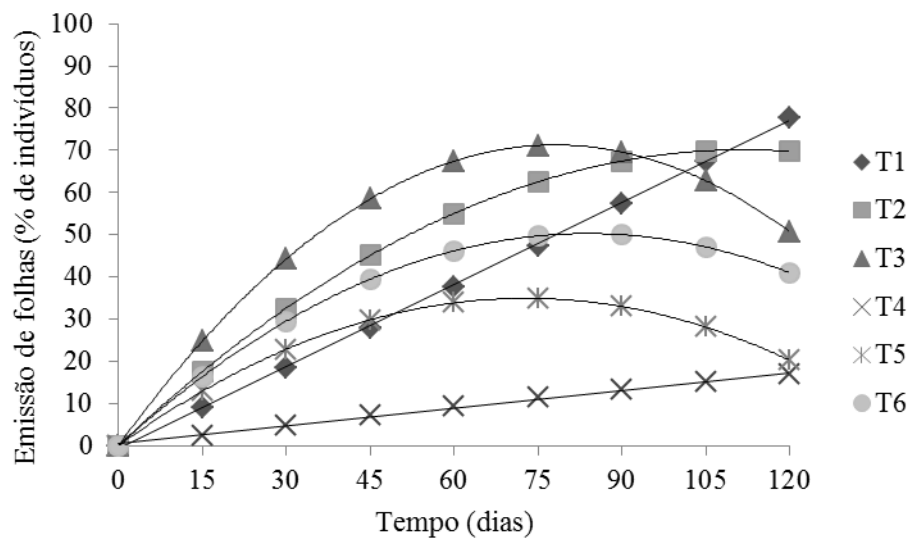


Figura 3 - Curvas relacionadas aos ajustes do modelo quadrático $y = \beta_1 T + \beta_2 T^2$ para mudas de arnica, via resgate, em função do tempo, em que y = emissão de folhas (% de indivíduos que emitiram folhas) e T = tempo. β_0 = constante zero. Deste modo: T1 (0%), T2 (50%) e T3 (100%) são da classe de 2,5 a 20 cm e T4 (0%), T5 (50%) e T6 (100%) das de 25 - 55 cm. Ajustes: T1) $y = 0,6035*T + 0,0003T^2$ ($R^2 = 0,82$); T2) $y = 1,2543*T - 0,0056*T^2$ ($R^2 = 0,91$); T3) $y = 1,8251*T - 0,01169*T^2$ ($R^2 = 0,91$); T4) $y = 0,1736*T - 0,0002T^2$ ($R^2 = 0,71$); T5) $y = 0,9594*T - 0,0065*T^2$ ($R^2 = 0,78$) e T6) $y = 1,1977*T - 0,0071*T^2$ ($R^2 = 0,87$). *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Vidal (2008), em estudo sobre transplante de plantas, verificou que a família Asteraceae se destacou por apresentar grande emissão de folhas. Viani e Rodrigues (2007) observaram que a porcentagem de indivíduos resgatados que emitiram folhas foram maiores até o terceiro mês, diminuindo nas avaliações seguintes, fato este que corroboram, para a maioria dos tratamentos estudados. Fonseca et al. (2002), ao estudarem o efeito do crescimento de mudas de *Trema micranta*, verificaram que o período de permanência sob sombreamento afetou significativamente o número de folhas aos 120 dias, com ponto mínimo aos 83 dias, porém com posterior aumento no número de folhas das plantas. Aguiar et al. (2005), em estudo com mudas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata*) submetidas a cinco níveis

de sombreamento (0, 20, 40, 60, 80%), observaram a redução do número de folhas, com o aumento do sombreamento, apesar da não diferença significativa entre os tratamentos.

A técnica de resgate de indivíduos jovens regenerantes é bastante vantajosa e tem sido cada vez mais prescrita como estratégia de conservação, porém, ainda é utilizada de forma restrita, quando a destruição do habitat é iminente (Wendelberger et al., 2008). Ressalta-se, no entanto, a importância de investigar tal técnica, sendo recomendado a utilização de procedimentos diferentes para cada espécie ou família botânica. Segundo Santos (2010), a principal barreira ao sucesso do resgate é a carência de metodologias adequadas ao que ecologicamente se requer em operações de restauração de ecossistemas, assim para se resgatar indivíduos e espécies com sucesso, precisam-se utilizar diversas formas de coleta de germoplasma e metodologias diversas para a devida restauração da vegetação suprimida

Dessa forma, este estudo demonstrou que o resgate de arnica, pode desempenhar um papel vital na conservação da espécie. Assim nos casos em que a utilização dessa técnica visa o transplante para o viveiro, seria interessante o estudo por espécie, para obtenção de maiores informação sobre sua produção de mudas.

Conclusões

1. O resgate da arnica deve ser realizado para as classes de altura de 2,5 – 20 cm, devido a sua maior taxa de sobrevivência, crescimento em altura e diâmetro.
2. Não é necessário fazer redução foliar para produção de mudas de arnica, via resgate de plantas jovens.
3. Ajustes na técnica de resgate da arnica precisam ser realizados, a fim de maximizar a sobrevivência de mudas dessa espécie.

Agradecimentos

À UFVJM, pelo apoio financeiro.

Ao Instituto Estadual de Floresta (IEF) pela licença de realização deste trabalho no Parque Estadual do Biribiri (PEB).

Referências

AGUIAR, F.F.A.; KANASHIRO, S.; TAVARES, A.R.; PINTO, M.M.; STANCATO, G.C.; AGUIAR, J. de; NASCIMENTO, T.D.R. do. Germinação de sementes e formação de mudas de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau - brasil): efeito de sombreamento. **Revista Árvore**, v.29, p.871-875, 2005.

- CALEGARI, L.; MARTINS, S.V.; BUSATO, L.C.; SILVA, E.; JUNIOR, R.C.; GLERIANI, J.M. Produção de mudas de espécies arbóreas nativas em viveiro via resgate de plantas jovens. **Revista Árvore**, v.35, p.41-50, 2011.
- CAMPOS, M.A.A.; UCHIDA, T. 2002. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.281-288, 2006.
- CHAVES, A.S.; PAIVA, H.N. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.). **Scientia Forestalis**, v.37, p.22-29, 2004.
- CLINE, M.G. The role of hormones in apical dominance. New approaches to an old problem in plant development. **Physiologia Plantarum**, Edinburgh, v.90, p.230-237, 1994.
- COUTINHO, L.M.O conceito de bioma. **Acta Botanica Brasílica**, v.20, p.13-23, 2006.
- FIELDER, N.C.; CARVALHO, I.N.C.; REZENDE, A.V.; MEDEIROS, M.B.; VENTUROILI, F. Efeito de incêndios florestais na estrutura e composição florística de uma área de cerrado *Sensu strictu* na Fazenda Água Limpa-DF. **Revista Árvore**, v.28, p.129-138, 2004.
- FONSECA, E.P.; VALÉRI, S.V.; MIGLIORANZA, E. FONSECA, N.A.N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v.26, p.515-523, 2002.
- GARCÍA-ORTH, X.; MATÍNEZ-RAMOS, M.M. Isolated trees and grass removal improve performance of transplanted *Trema micrantha* (L.) Blume (Ulmaceae) saplings in tropical pastures. **Restoration Ecology**, v.19, p.24-34, 2011.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JUNIOR, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 7^a ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880p.
- HEIDEN, G.; BARBIERI, R. L.; WASUM, R. A.; SCUR, L. e SARTORI, M. A família Asteraceae em São Mateus do Sul, Paraná. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 249-251, 2007.
- HOLL, K.D. Effect of shrubs on tree seedling establishment in an abandoned tropical pasture. **Journal of Ecology**, v.90, p.179-187, 2002.
- LAWRENCE, B.A. & KAYE, T.N. Reintroduction of *Castilleja levisecta*: Effects of ecological similarity, source population genetics, and habitat quality. **Restoration Ecology**, v.19, p.166-176, 2011.
- JACOBI, C.M.; CARMO, F.F. do, VICENT, R.C. Estudo fitossociológico de uma comunidade vegetal sobre canga como subsídio para a reabilitação de áreas mineradas no quadrilátero ferrífero, MG. **Revista Árvore**, v.32, p.345-353, 2008.
- JACOBI, C. M. et al. Plant communities on ironstone outcrops: a diverse and endangered Brazilian ecosystem. **Biodiversity and Conservation**, v.16, p.2185-2200, 2007.
- MARTÍNEZ-GARZA, C. PEÑA, V.; RICKER, M.; CAMPOS, A.; HOWE, H.F. Restoring tropical biodiversity: leaf traits predict growth and survival of late-successional trees in early-successional environments. **Forest Ecology and Management**, v.217, p.365-379, 2005.
- NEVES, S.C.; ABREU, P.A.A.; FRAGA, L.M.S. Fisiografia. In SILVA, A.C.; PEDREIRA, L.C.V.S.F.; ABREU, P.A.A. (Ed). **Serra do Espinhaço Meridional: Paisagens e Ambientes**. Belo Horizonte, O Lutador, 2005. p.47-58.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; FLUMINHAN-FILHO, M. Ecologia da vegetação do Parque Florestal Quedas do Rio Bonito. **Cerne**, v.5, p.51-64, 1999.

RODRIGUES, V.E.G.; CARVALHO, D.A. Levantamento etnobotânico de plantas medicinais no domínio do cerrado na região do alto Rio Grande-Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, p.21-28. 2001

SANTANA, R. C.; DUTRA, T. R.; CARVALHO NETO, J. P.; NOGUEIRA, G. S.; GRAZZIOTTI, P. H.; BARROS FILHO, N. F. de Influence of leaf area reduction on clonal production of eucalyptus seedlings. **Cerne**, v.16, p.251-257, 2010.

SANTOS, L.M.dos. **Restauração de campos ferruginosos mediante resgate de flora e uso de topsoil no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais**. 2010. 182 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SCALON, S.P.Q.; MUSSURY, R.M.; GOMES, A.A.; SILVA, K.A.; WATHIER, F.; FILHO, H.S. Germinação e crescimento inicial da muda de orelha-de-macaco (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong): efeito de tratamento químicos e luminosidade. **Revista Árvore**, v.30, p.529-536, 2006.

SCALON, S.P.Q.; MUSSURY, R.M.; RIGONI, M.R.; FILHO, H.S. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condições de sombreamento. **Revista Árvore**, v.27, p.753-758, 2003.

SOUZA, A.V.; PINTO J.E.B.P.; BERTOLUCCI, S.K.V., CORRÊA, R.M.; CASTRO, E.M. Germinação de embriões e multiplicação *in vitro* de *Lychnophora pinaster* Mart. **Ciências e Agrotecnologia**. Edição especial: p.1532-1538, 2003.

SOUZA, C.A.M.de; OLIVEIRA, R.B.de; MARTINS FILHO, S.; LIMA, J.S.S. Desenvolvimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. **Ciência Florestal**, v. 16, p. 243-249, 2006.

STATSOFT, INC. (2010). STATISTICA (data analysis software system), version 10. **www.statsoft.com**.

VARELA, V.P.; SANTOS, J. dos. Influência do sombreamento na produção de mudas de angelim pedra (*Dinizia excelsa* Ducke). **Acta Amazonica**, v. 22, p.407-411, 1992.

VIANI, R.A.G.; RODRIGUES, R.R. Sobrevivência em viveiro de mudas de espécies nativas retiradas da regeneração natural de remanescente florestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, p.1067-1075, 2007.

VIDAL, C.Y. **Transplante de plântulas e plantas jovens como estratégia de produção de mudas para a restauração de áreas degradadas**. 2008. 162p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. Viçosa, MG: UFV, 2009. 272 p.

WENDELBERGER, K.S.; FELLOWS, M.Q.N.; MASCHINSKI, J. Rescue and restoration: experimental translocation of *Amorpha herbacea* Walter var. *crenulata* (Rybd.) Isley into a novel urban habitat. **Restoration Ecology**, v.16, p.542-552, 2008.

Artigo científico III

(Preparado de acordo com as normas da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira)

Crescimento inicial de candeia, em uma cascalheira em Diamantina, MG

Nathália Ferreira e Silva¹ e Israel Marinho Pereira¹

⁽¹⁾Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, *Campus* JK – Rodovia MGT 367 Km 583, nº 5000 – Alto Jacuba, CEP 39100-000 — Diamantina/MG. E-mail: nathfs7@hotmail.com, imarinhopereira@gmail.com

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de seis densidades de plantio no crescimento e sobrevivência de candeia, visando a recuperação de áreas degradadas. Para as práticas de recuperação, foram coletadas camadas do solo superficial e em seguida transportado para a área da cascalheira. Foram selecionados três pontos onde o material foi depositado em pilhas e espalhado em camadas de cerca de 20 cm de *topsoil*. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, com seis tratamentos (T1=1.667, T2=2.000, T3=2.500, T4=3.333, T5=5.000 e T6=10.000 plantas por hectare) e três repetições. Trimestralmente foram avaliados a altura total das plantas, o diâmetro do colo, a cobertura de copa e a sobrevivência até 12 meses após a primeira avaliação, que ocorreu em julho de 2010. Foi verificado que as diferentes densidades de plantio não diferenciaram estatisticamente quanto à altura, o diâmetro e a cobertura de copa. A taxa média de sobrevivência foi de 99,86% aos 150 dias, 97,72% aos 240 dias, 72,12% aos 330 dias e 56,72% e 52,13% aos 420 e 510 dias, respectivamente. Os tratamentos mais adensados T5 e T6, foram os que apresentaram maior sobrevivência. Assim, candeia é uma espécie com um alto potencial ecológico para o uso em programas de recuperação de área degradadas.

Termos para indexação: *Eremanthus erythropappus*, densidade de plantio, área de empréstimo, espécie de uso múltiplo.

Initial growth candeia, in a gravel pit in Diamantina, MG

Abstract – The objective of this study was to evaluate the effect of six different planting densities on growth and survival of a candeia in order to recover degraded areas. For recovery practices were collected from surface soil layers and then transported to the area of the gravel pit. Three were selected points where the material was deposited in stacks and spread in layers of about 20 cm of *topsoil*. The experimental design was randomized blocks with six treatments (T1 = 1667, T2 = 2000, T3 = 2500, 3333 = T4, T5 and T6 = 5,000 = 10,000 plants per hectare) and three replications. Quarterly evaluated the overall height of the plants, stem diameter, canopy cover and survival until 12 months after the first evaluation, which occurred in July 2010. It was found that different planting densities did not differ statistically as height, diameter and crown cover. The average survival rate was 99.86% at 150 days, 97.72% at 240 days, 330 days to 72.12% and 56.72% and 52.13% at 420 and 510 days respectively. The more dense treatments T5 and T6 are those with longer survival. Thus, the candeia is a species with a high potential for use in ecological restoration programs in degraded areas.

Index terms: *Eremanthus erythropappus*, planting density, borrow area, kind of multiple uses.

*Autor para correspondência

¹Engenheira Florestal - Mestranda em Ciência Florestal - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, *Campus* JK – Rodovia MGT 367 Km 583, nº 5000 – Alto Jacuba - CEP 39100-000 — Diamantina/MG - nathfs7@hotmail.com

²Engenheiro Florestal – Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Florestal - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, *Campus* JK – Rodovia MGT 367 Km 583, nº 5000 – Alto Jacuba - CEP 39100-000 — Diamantina/MG - imarinhopereira@gmail.com

Introdução

O cerrado brasileiro possui uma alta diversidade florística e riqueza em endemismo, porém, essa diversidade vem sendo ameaçada pelo avanço de atividades como agropecuária, urbanização e principalmente mineração. Tais atividades são fortes modificadores da paisagem e geradoras de extensas áreas degradadas, causando impactos muitas vezes irreversíveis ou de difícil recuperação para o meio ambiente.

De acordo com Pinheiro (2008), a atividade de mineração provoca intensas degradações ao ambiente, pois a atividade necessita da supressão da vegetação e da retirada da camada superficial do solo, deixando a rocha-mãe ou saprólitos expostos. A remoção do perfil do solo para realização de obras civis e viárias causam mudanças no ambiente local e no seu entorno.

As áreas de empréstimo são definidas como um local de onde se extrai algum bem mineral de uso imediato e *in natura*, como areia, cascalho, terra, dentre outros, os quais serão usados em obras civis. Superfícies de áreas de empréstimo constituem paisagens degradadas devido à dificuldade de recomposição da vegetação com suas formas e funções na paisagem, que é agravado pela intensidade de uso e grau de intervenção antrópica, que desconfiguram a rede hidrológica e geram impactos ambientais (Grant, 2006).

A recuperação destas áreas é possível, porém trata-se de um processo lento e difícil, sendo necessária a escolha de espécies com características peculiares de êxito na sobrevivência e desenvolvimento em condições adversas, bem como o uso de práticas de manejo do solo que favoreçam sua recuperação (Alves et al., 2007).

A aceleração da recuperação de áreas degradadas pode ser alcançada através do plantio de espécies arbóreas, sendo a técnica mais popular em projetos de recuperação. O plantio de espécies a serem reintroduzidas necessita de manutenção e proteção durante seu estabelecimento, o que pode elevar os custos para sua implantação (Pierson et al., 2007). Embora seja um processo trabalhoso e caro, é potencialmente eficaz (Bruel et al., 2010).

Uma opção para recuperação de áreas degradadas pela mineração é o estabelecimento de espécies nativas, adaptadas às condições do ambiente local, que favorecem a criação de microclima e oferta de recursos similares às condições anteriormente encontradas.

Dentre as espécies nativas que possuem potencial ecológico e econômico para plantio em áreas fortemente degradadas na região do Alto Jequitinhonha, destaca-se a candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeisch), pertencente ao grupo ecológico das pioneiras,

se desenvolve em sítios com solos pouco férteis, rasos e, predominantemente em áreas de campos de altitude variando entre 900 e 1.700 m (Scolforo et al., 2002).

A candeia é uma espécie florestal de múltiplos usos, sendo amplamente utilizada como moirão de cerca pela sua alta durabilidade e, também, na extração de óleos essenciais, cujo principal princípio ativo é o alfabisabolol, empregado na fabricação de medicamentos, por possuir propriedades anti-sépticas, antiinflamatórias e cicatrizantes e na fabricação de cosméticos (Scolforo et al., 2002). Como a espécie é adaptada a locais em que seria difícil a implantação de outras espécies florestais ou culturas agrícolas, uma das razões que justificam seu manejo é que ela pode contribuir como fonte de renda para o produtor rural (Pérez, et al., 2004). Assim, devido ao seu alto potencial ecológico na recuperação de áreas degradadas, ela se torna uma alternativa de mitigação de impactos ambientais e geração de renda em pequenas propriedades no Alto Jequitinhonha.

Mediante ao exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar a sobrevivência e o crescimento em altura, diâmetro e área de copa de mudas de candeia em uma área de cascalheira, submetida a diferentes densidades de plantio, visando gerar conhecimentos capazes de subsidiar a recuperação de ecossistemas degradados.

Material e Métodos

O experimento foi implantado e conduzido em uma área de cascalheira com cerca de 10 hectares, situada no Parque Estadual do Biribiri (PEB), 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 m de longitude e 7987114,81 e 7987250,62 m de latitude (UTM) e altitude média de 1412 m. A degradação da cascalheira ocorreu em virtude da mineração de cascalho para a construção da rodovia BR-367 em meados da década de 50. Após esse período a área continuou sendo utilizada para extração de cascalho para a realização de aterros para obras civis pela população de Diamantina. Porém, não há registros do ano em que essa retirada na área se iniciou e nem quando cessou, muito embora se acredite que a extração tenha sido encerrada com a criação do Parque em 1998.

A camada de solo fértil foi removida em função do avanço da lavra, sem estocagem em leiras, contrariamente à recomendação técnica para posterior reposição, restando apenas um substrato muito compactado com presença de rochas e vários sulcos de erosão. Portanto, a exploração deu-se sem planejamento adequado.

No entorno da cascalheira verifica-se a ocorrência de vegetação típica de Campo rupestre, Cerrado campestre e Floresta Estacional Semidecidual e candéal. Os solos predominantes na área em estudo antes da extração de cascalho eram caracterizados como Plintossolos, segundo Embrapa (2006), 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.

O substrato do local antes a implantação do experimento encontrava-se totalmente descoberto de vegetação e com grande compactação sendo composto basicamente por rochas e com sulcos de erosão profundos, apresentando assim, baixos teores de matéria orgânica e baixa capacidade de armazenamento de água.

O regime climático da região é tipicamente tropical, Cwb na classificação de Koppen, caracterizado por verões brandos e úmidos (outubro a abril) e invernos mais frescos e secos (junho a agosto). A precipitação média anual varia de 1.250 a 1.550 mm e a temperatura média anual situa-se na faixa de 18° a 19°C, 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% (NEVES et al., 2005).

Antes da realização do plantio foi aplicada uma camada de aproximadamente 20 cm de *topsoil* oriundos de áreas para construções civis localizadas no *Campus Juscelino Kubitschek* da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). O solo da área doadora foi classificado como Neossolo quartzarênico, sendo originário de depósitos arenosos, e apresentando textura de areia ou areia franca até no mínimo, a profundidade de 150 cm a partir da superfície ou até o contato lítico, com teor de argila inferior a 15% (Embrapa, 2006).

Foram selecionados três locais (blocos) na cascalheira totalmente descobertos de qualquer cobertura vegetal, onde foi realizado, primeiramente, o reafeiçoamento dos terrenos, e em seguida, a aplicação do *topsoil* (ANEXO 3A). O plantio das mudas foi realizado em fevereiro de 2010, no qual foram abertas covas de 30x30x30 cm e adubadas com 150 g por cova de superfosfato simples (P_2O_5) adicionado ao solo retirado da cova. Utilizou-se o delineamento experimental blocos casualizados, com parcelas subdivididas no tempo, com três repetições, sendo os tratamentos representados por seis densidades de plantio (T1=1.667, T2=2.000, T3=2.500, T4=3.333, T5=5.000 e T6=10.000 plantas por hectare). Cada bloco constitui-se de seis parcelas de 10 x 25 m (250 m²), assim o número de mudas plantadas em

cada tratamento foi de T1=42, T2=50, T3=63, T4=83, T5=125 e T6=250, sendo um total 613 mudas por bloco.

O número de mudas mortas foi avaliado aos 90 dias após o plantio e em seguida, realizou-se o replantio. Todas as mudas foram etiquetadas com plaquetas de alumínio para facilitar as avaliações futuras.

As avaliações do desenvolvimento das plantas no campo foram realizadas por meio de medições trimestrais até 12 meses após a primeira medição, que foi realizada em julho de 2010. Foram avaliadas as variáveis altura total (cm), medida do nível do solo à inserção da última gema, diâmetro do caule (mm) ao nível do solo, área ou cobertura de copa (m²) e sobrevivência (%).

Para a medição da altura total e do diâmetro do caule utilizaram-se trena graduada e paquímetro digital, respectivamente. A área de copa (AC) foi calculada pela fórmula da elipse " $AC = a \cdot b \cdot \pi / 4$ " (Souza et al., 2001) tomando-se duas medidas ortogonais com trena, visando verificar a uniformidade da copa quanto ao seu desenvolvimento, a sobrevivência foi avaliada a partir do número de indivíduos mortos ao longo das medições, que se baseou na ausência de folhas e caules secos.

Também foi calculado, para cada tempo avaliado, o incremento médio mensal, " $IMM_{\text{altura, diâmetro, área foliar}} = \frac{\text{média}}{\text{idade (meses)}}$ " a fim de verificar, em quais tratamentos há o maior desenvolvimento.

Em julho de 2010, seis meses após a deposição do *topsoil*, foram estabelecidas aleatoriamente nos três locais, 15 parcelas de 1 m², para verificar se a cobertura proporcionada pelo estrato herbáceo competiria com as mudas de candeia. A cobertura das plantas dentro das parcelas foi avaliada em julho de 2010 e em julho de 2011, na qual foi estimada utilizando-se a escala de Braun-Blanquet (1979), uma medida subjetiva que estima visualmente a cobertura em valores percentuais.

Em fevereiro de 2011, foi feito o coroamento manual das mudas de candeia, com o intuito de diminuir a matocompetição.

Para a análise da área, foram coletadas em cada parcela uma amostra composta de solo nas profundidades de 0 a 5 cm e 5 a 10 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 areis).

Os dados meteorológicos diários de precipitação no período de janeiro de 2010 a outubro de 2011, foram fornecidos pela Estação Climatológica Principal de Diamantina, obtidos junto ao 5º Distrito de Meteorologia – 5º DISME – pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Para correlacionar a taxa de sobrevivência total e dos seis tratamentos em cada uma das cinco avaliações, foram acumulados os dados de precipitação dos três meses anteriores a cada medição. Utilizou-se o coeficiente de correlação de Spearman (rs) empregando o Programa *BioEstat 5.0*.

Os dados de altura total, diâmetro do colo, cobertura de copa, incremento médio diário e sobrevivência, foram submetidos à análise de variância e, para os de caráter qualitativo, procedeu-se com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. No caso do tempo (caráter quantitativo), realizou-se regressão, o qual foi ajustado o modelo linear “ $y = \beta_0 + \beta_1.T$ ” pelo método dos mínimos quadrados ordinários em que o tempo foi a variável explicativa e a variável dependente a altura total, diâmetro do colo, cobertura de copa e sobrevivência. A análise estatística foi realizada com auxílio do programa *Statistica 10.0* (StatSoft, 2010).

Resultados e Discussão

Os resultados das análises químicas para as camadas de 0 a 5 cm e 5 a 10 cm, indicam que os substratos apresentam baixa fertilidade natural, com saturação por base (V%) inferior a 50% (distróficos) e, em sua maioria, acidez média a elevada (Tabela 1), predominantemente com textura franco arenosa que possui baixa capacidade de retenção de água. A textura foi predominantemente arenosa, no qual há uma tendência do material em reduzir sua capacidade de retenção de água.

Os teores de matéria orgânica para os seis tratamentos nas duas profundidades, variaram de baixo a muito baixo, o que minimiza a disponibilidade de nutrientes para as plantas, dificultando assim o seu estabelecimento na área. Esses dados corroboram com estudos feito por Silva et al. (2004) em uma área de mineração de ouro no estado de Minas Gerais e Costa & Zocche (2009) em uma área de mineração de carvão, na região de Santa Catarina. Porém, vale ressaltar que a candeia ocorre, predominantemente, em solos com baixa fertilidade.

Os teores de pH em água aumentam em água e variaram de muito baixo a alto, com destaque para o Bloco 2, no qual praticamente todos os tratamentos tiveram pH baixo. Valores muito baixos de pH foram encontrados por Costa & Zocche (2009), porém, esses autores destacam que em termos nutricionais a faixa ideal de pH para as plantas situa-se entre 5,6 e 6,2, pois a maioria dos nutrientes se encontram na forma solúvel e passíveis de serem absorvidos por elas. Entretanto, a candeia é uma espécie ecologicamente adaptada a condições de solos ácidos, assim não se espera que estas variações tenham influenciado o crescimento da mesma. Segundo Corá et al. (2004), valores de pH, apresentam-se mais baixos na camada superficial, devido provavelmente a acidificação natural que ocorre no solo ao longo do tempo.

Os teores de fósforo (P), potássio (K), alumínio (Al), magnésio (Mg), cálcio (Ca), soma de bases (SB) e CTC efetiva (t), variaram de baixo a muito baixo. Silva et al. (2004), encontraram valores muito baixo de Al, P, H+Al e K; baixo de CTC a pH 7,0 (T), CTC efetiva (t), matéria orgânica (MO) e saturação de alumínio (m); médio de Mg, Ca e SB e muito bom de saturação por base (V). Já Silva et al. (2006) em estudo sobre quatro materiais provenientes da mineração de ferro encontrou teores baixos de Ca, Mg e T.

Os elementos cálcio, potássio e magnésio, em solos tropicais e subtropicais, em sua maioria ácidos, normalmente encontram-se em concentrações baixas, o que é natural, pois as perdas de bases são características do processo de acidificação dos solos (Luchese et al., 2002). Assim, a correção química torna-se necessária para que permita um desenvolvimento satisfatório das plantas (Silva et al. 2006) não adaptadas a essas condições. Segundo Scivittaro & Pillon (2006), solos que apresentam teores muito baixo, baixo ou médio de potássio e fósforo, como no caso do *topsoil* da cascalheira, necessitam de adubação de correção, a fim de elevar os teores desses nutrientes no solo até o nível de suficiência. Corá et al. (2004) e Costa & Zocche (2009) destacaram que os valores muito baixos de pH e baixos de soma das bases, como os encontrados no estudo em questão, sugerem um solo com baixa fertilidade.

Unghire et al. (2011) ao quantificarem as propriedades do solo, por meio de uma comparação pré e pós-restauração, verificaram que as atividades normalmente usadas para restaurar a estrutura do ecossistema pode ter impactos negativos, por isso seria importante um estudo pré e pós restauração para examinar as diferenças nessas propriedades do solo.

Tabela 1. Resultados das análises de solos nas camadas de 0 - 5 e 5 - 10 cm, na cascalheira, situada no Parque Estadual do Biribiri, em Diamantina, MG.

Bloco 1												
Tratamentos	T1		T2		T3		T4		T5		T6	
Variáveis / Camadas	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm
pH (H₂O)	5,80	6,00	5,30	4,90	5,00	6,10	6,10	6,10	5,60	6,50	7,00	7,10
P (mg/dm³)	0,42	0,08	0,38	0,93	1,05	1,89	0,46	12,56	0,17	0,17	0,21	0,17
K (mg/dm³)	28,50	31,35	37,05	33,96	25,47	59,85	34,20	25,65	14,25	19,95	8,55	8,55
Ca²⁺ (cmol_c/dm³)	0,30	0,30	0,40	0,30	0,30	0,30	0,40	0,40	0,30	0,20	0,20	0,20
Mg²⁺ (cmol_c/dm³)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,30	0,20	0,10	0,20	0,10	0,10
Al³⁺ (cmol_c/dm₃)	0,20	0,18	0,42	0,44	0,44	0,56	0,44	0,54	0,06	0,10	0,04	0,02
H + Al (cmol_c/dm³)	4,20	4,70	4,70	5,20	5,20	4,20	4,20	4,20	2,40	2,70	1,50	1,40
SB (cmol_c/dm³)	0,57	0,58	0,70	0,59	0,57	0,65	0,79	0,67	0,44	0,45	0,32	0,32
t (cmol_c/dm³)	0,77	0,76	1,12	1,03	1,01	1,21	1,23	1,21	0,50	0,55	0,36	0,34
T (cmol_c/dm³)	4,77	5,28	5,40	5,79	5,77	4,85	4,99	4,87	2,84	3,15	1,82	1,72
m (%)	25,87	23,67	37,67	42,84	43,77	46,15	35,84	44,78	12,08	18,14	11,05	5,85
V (%)	12,01	10,99	12,88	10,14	9,81	13,46	15,79	13,68	15,39	14,32	17,67	18,70
M.O (dag/kg)	1,00	1,50	1,00	0,60	0,60	0,60	0,80	0,90	0,20	0,20	0,10	0,10
Areia (%)	72,47	73,38	81,32	81,00	77,22	72,27	80,60	78,04	62,14	62,86	32,41	29,55
Argila (%)	15,50	18,00	13,00	13,50	14,00	9,00	12,00	12,50	14,00	19,00	22,50	24,00
Silte (%)	12,03	8,62	5,68	4,58	8,78	18,73	6,90	9,46	23,86	18,14	45,09	45,95
Bloco 2												
pH (H₂O)	5,30	5,60	5,20	5,20	6,20	5,00	5,00	5,00	5,10	5,30	4,60	4,90
P (mg/dm³)	0,52	0,52	0,81	0,48	0,38	0,81	0,65	0,61	0,65	0,89	0,56	0,73
K (mg/dm³)	22,64	22,64	28,30	22,64	17,10	11,32	19,81	16,98	33,96	25,47	31,13	22,64
Ca²⁺ (cmol_c/dm³)	0,90	0,90	0,70	0,60	0,80	0,30	0,50	0,40	0,30	0,30	0,20	0,20
Mg²⁺ (cmol_c/dm³)	0,40	0,30	0,30	0,30	0,40	0,10	0,10	0,30	0,20	0,10	0,20	0,10
Al³⁺ (cmol_c/dm₃)	0,08	0,06	0,14	0,12	0,10	0,06	0,10	0,12	0,20	0,10	0,38	0,30
H + Al (cmol_c/dm³)	4,70	3,30	5,80	5,20	3,70	4,70	4,70	4,20	5,80	5,20	7,30	6,50
SB (cmol_c/dm³)	1,36	1,26	1,07	0,96	1,24	0,43	0,65	0,74	0,59	0,47	0,48	0,36
t (cmol_c/dm³)	1,44	1,32	1,21	1,08	1,34	0,49	0,75	0,86	0,79	0,57	0,86	0,66
T (cmol_c/dm³)	6,06	4,56	6,87	6,16	4,94	5,13	5,35	4,94	6,39	5,67	7,78	6,86
m (%)	5,56	4,55	11,55	11,13	7,44	12,27	13,32	13,90	25,41	17,69	44,20	45,59
V (%)	22,42	27,60	15,61	15,56	25,16	8,36	12,16	15,04	9,19	8,21	6,17	5,22
M.O (dag/kg)	0,60	0,70	0,60	0,90	0,10	1,10	1,00	0,90	0,80	0,30	0,90	1,50
Areia (%)	73,77	67,47	72,60	66,28	62,31	51,33	64,76	55,84	61,05	48,47	58,09	60,69
Argila (%)	17,00	16,00	13,00	18,50	19,00	26,50	17,00	20,50	20,00	26,50	35,00	19,00
Silte (%)	9,23	16,53	14,40	15,22	18,69	22,17	18,24	23,66	19,45	25,03	6,91	20,3

Continua...

Tabela 1. Continuação

Tratamentos Variáveis / Camadas	Bloco 3											
	T1		T2		T3		T4		T5		T6	
	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm	0-5 cm	5-10 cm
pH (H₂O)	5,40	5,40	5,40	6,60	5,30	5,30	6,50	5,30	5,60	6,40	6,20	6,10
P (mg/dm³)	0,04	0,25	2,06	0,13	0,20	0,12	0,13	0,04	0,04	0,25	0,46	0,25
K (mg/dm³)	37,05	37,05	17,10	17,10	11,32	14,15	22,80	19,95	37,05	37,05	34,20	34,20
Ca²⁺ (cmol_c/dm³)	0,50	0,30	0,30	0,30	0,20	0,20	0,50	0,50	0,30	0,50	0,30	0,40
Mg²⁺ (cmol_c/dm³)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,10	0,10	0,30	0,40	0,20	0,30	0,30	0,20
Al³⁺ (cmol_c/dm₃)	0,18	0,20	0,08	0,04	0,04	0,02	0,08	0,10	0,10	0,12	0,30	0,34
H + Al (cmol_c/dm³)	3,70	3,30	2,70	2,40	2,70	2,10	2,70	3,00	2,70	3,00	3,70	4,20
SB (cmol_c/dm³)	0,90	0,70	0,64	0,64	0,33	0,34	0,86	0,95	0,60	0,90	0,69	0,69
t (cmol_c/dm³)	1,08	0,90	0,72	0,68	0,37	0,36	0,94	1,05	0,70	1,02	0,99	1,03
T (cmol_c/dm³)	4,60	4,00	3,34	3,04	3,03	2,44	3,56	3,95	3,30	3,90	4,39	4,89
m (%)	16,74	22,35	11,05	5,85	10,84	5,61	8,52	9,51	14,39	11,82	30,37	33,08
V (%)	19,48	17,40	19,25	21,15	10,86	13,80	24,12	24,07	18,06	22,98	15,67	14,07
M.O (dag/kg)	0,70	0,50	0,50	0,60	0,30	1,10	0,10	0,90	0,80	0,30	0,10	0,10
Areia (%)	49,00	51,99	49,11	65,74	43,24	42,02	67,66	72,60	42,18	52,65	65,96	75,98
Argila (%)	17,50	17,00	17,00	13,50	41,00	43,00	16,50	17,50	17,00	17,00	13,00	12,00
Silte (%)	33,50	31,01	34,39	20,76	15,76	14,98	15,84	9,90	40,82	30,35	21,04	12,02

A porcentagem de mudas mortas replantadas foi de 29,10%, sendo 13,88% para o Bloco 1, 41,76% para o Bloco 2 e 31,66% para o Bloco 3, totalizando 534 mudas. Essa taxa de mortalidade pode ter sido devido ao período de estiagem, que ocorreu do mês de janeiro até meados de fevereiro de 2010, diminuindo a disponibilidade de água para as plantas e aumentando o efeito da matocompetição. Segundo Nascimento et al. (2011), ao analisarem o crescimento de mudas de jatobá em diferentes níveis de água no solo, constataram que o estresse hídrico afetou significativamente a altura e diâmetro das plantas. Ignácio et al. (2007) ao realizarem monitoramentos de plantios de restauração de matas ciliares, verificaram taxas de mortalidade inicial de até 30%, resultado similar ao encontrado neste trabalho.

Verifica-se, na Tabela 2, que houve diferença significativa ($p < 0,05$) para o bloco e tempo para as características de altura e diâmetro, enquanto para cobertura de copa a significância ($p < 0,05$) ocorreu somente para o tempo. Sendo assim, a altura, o diâmetro e cobertura de copa não foram afetadas pelas diferentes densidades de plantio, corroborando com estudos realizados por Silva (2009), sobre o crescimento e produção da candeia em plantio sujeitos a diferentes espaçamentos (T01-1,5x1,5m, T02-1,5x2,0m, T03-1,5x2,5m e

T04-1,5x3,0m), no qual verificou que estes não influenciaram, estatisticamente, no diâmetro à 1,30 m de altura, na altura total, no volume por fuste e no volume por hectare.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para as características de altura total, diâmetro do colo e cobertura de copa de mudas de candeia, na cascalheira, situada no Parque Estadual do Biribiri, em Diamantina, MG.

Fonte de variação	Altura total	Diâmetro do colo	Cobertura de copa
	QM	QM	QM
Bloco	2543,63*	121,49*	0,027 ^{ns}
Tratamento	513,14 ^{ns}	13,12 ^{ns}	0,007 ^{ns}
Resíduo a	373,72	16,68	0,013
CV _{exp}	49,74	47,33	158,78
Tempo	2388,14*	93,83*	0,028*
Trat x tempo	26,42 ^{ns}	0,99 ^{ns}	0,002 ^{ns}
Resíduo b	37,73	1,98	0,003
CV _{exp}	15,80	16,29	81,71

^{ns}Não significativo. *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. QM, quadrado médio; CV, coeficiente de variação experimental.

Na Figura 1 são apresentados os ajustes realizados com o modelo linear simples para altura, diâmetro do colo e área de copa em função do tempo. Observa-se um crescimento constante, linear e positivo, evidenciando que a espécie adaptou-se ao local de plantio (ANEXO 3B). Pérez et al. (2004), em estudos sobre o sistema de manejo da candeia, descreve que após a aplicação de tratamentos que reduzam sua competição, pode vir a apresentar crescimentos médios em diâmetro superiores a 1 cm/ano, principalmente por ser uma espécie exigente de luz, corroborando com o verificado neste trabalho.

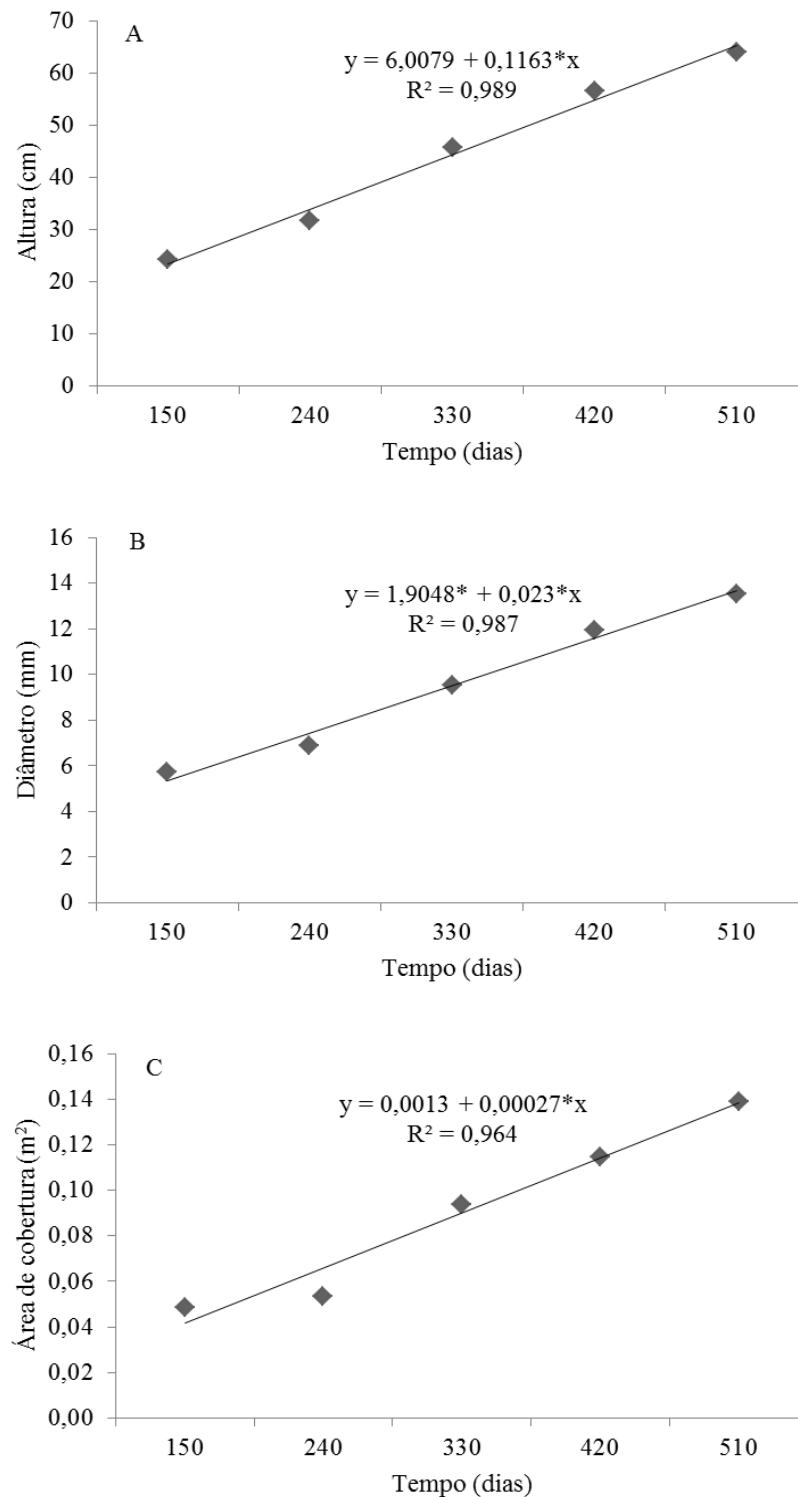


Figura 1. Estimativa médio do crescimento em altura (A) e diâmetro (B) e área de cobertura (C) de mudas de candeia, em função do tempo, na cascalheira, situada no Parque Estadual do Biribiri, em Diamantina, MG. *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

A candeia, 540 dias após o plantio, teve valores médios de altura, diâmetro e cobertura de copa de 65,31 cm; 13,64 mm e 0,24 m², respectivamente. Valores semelhantes de altura

foram encontrados para as espécies *Lithraea molleoides* (aroeira), *Schizolobium parahyba* (guapuruvu), *Bauhinia forficata* (unha-de-vaca), *Tabebuia chrysotricha* (ipê-tabaco), *Caesalpinia ferrea* (pau-ferro), *Anadenanthera macrocarpa* (angico-vermelho) e *Colvillea racemosa* (couvilha), para diâmetro de *Hymenaea courbaril* (jatobá), couvilha, pau-ferro, ipê-tabaco, *Stenolobium stans* (ipê-mirim), angico-vermelho e *Calophyllum brasiliensis* (guanandi), e área de copa para as espécies aroeira, ipê-mirim, angico-vermelho, pau-ferro, unha-de-vaca e guanandi, em estudos realizado por Souza et al. (2001), ao indicarem espécies florestais para a recuperação de uma área degradada pela extração de areia.

Observa-se na Figura 2, que não houve correlação significativa entre a sobrevivência ao final das cinco avaliações com a precipitação ($r_s = 0,200$; $p = 0,7471$), assim como nos seis tratamentos (T1, T2, T3, T4 e T6 – $r_s = 0,200$; $p = 0,7471$ e T5 – $r_s = 0,1539$; $p = 0,8048$) o que indica que a chuva não foi o principal fator para a sobrevivência. O curto período de avaliação da sobrevivência pode não ter sido suficiente para o efeito da precipitação se expressar, sugerindo a necessidade de uma série mais longa de dados nesse tipo de avaliação.

Esses dados corroboram com estudos realizados por Sano & Fonseca (2003), ao avaliarem a taxa de sobrevivência e frutificação de espécies nativas do cerrado, no qual verificaram que a precipitação pluviométrica mensal esteve pouco relacionada com a mortalidade do pequi durante o primeiro ano de plantio. Novaes (1998), ao avaliar a sobrevivência de mudas de *Pinus taeda*, dos meses de maio a setembro, verificou que as condições climáticas neste período foram favoráveis ao desenvolvimento das mudas. Já Silva & Corrêa (2008), em estudo sobre a sobrevivência e crescimento de seis espécies arbóreas em área minerada do cerrado, verificaram que ao final da segunda estação chuvosa a sobrevivência dos indivíduos plantados atingiu 77,8%, porém, de todas as mudas mortas, 71,8% foram de uma única espécie, *Kielmeyera lathrophytum* (pau-santo), que é típica do cerrado. As demais cinco espécies apresentaram sobrevivência superior a 90%.

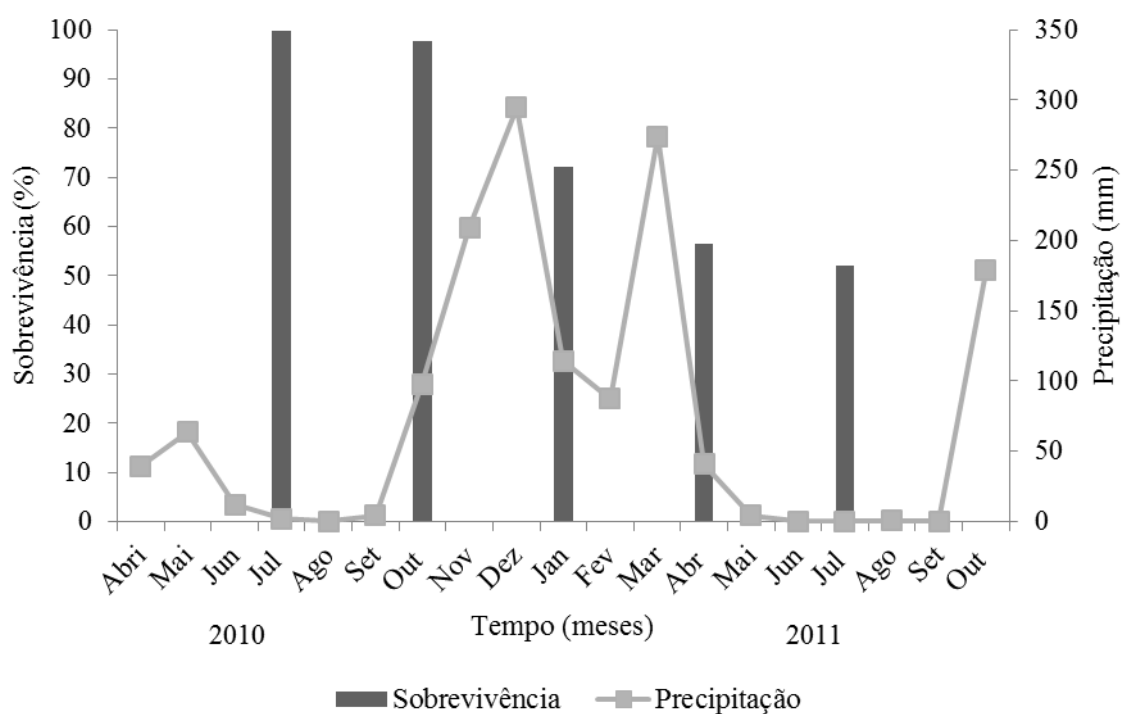


Figura 2. Variação mensal da precipitação pluviométrica e sobrevivência total das plantas de candeia na cascalheira, situada no Parque Estadual do Biribiri, em Diamantina, MG, durante o período de abril de 2010 a outubro de 2011.

Para a sobrevivência, o efeito estatístico significativo foi observado para a interação tratamento x tempo. Observa-se, que até os 330 dias após o plantio, não houve diferença significativa entre os tratamentos, ou seja, diferentes intensidades de plantio, não afetaram a sobrevivência (Figura 3). Porém a partir de 420 dias, verificou-se que os tratamentos mais adensados (T5 e T6), foram estatisticamente iguais e superiores aos demais, apresentando maior sobrevivência. Fato que pode ser explicado, devido à diminuição da matocompetição, em virtude do fechamento mais rápido do dossel, não permitindo que a planta daninha obtenha vantagem competitiva em relação ao plantio de candeia. Assim, há uma tendência de quanto maior a área de cobertura da planta, menor a matocompetição, principalmente por as espécies herbáceas presentes no *topsoil* apresentarem em sua maioria metabolismo fotossintético do tipo C_4 , sendo adaptadas para colonizar áreas abertas e ensolaradas, assim sob as copas das plantas arbóreas tornam-se sensíveis ao sombreamento. A matocompetição torna-se mais expressiva em solos com baixa capacidade de armazenamento de água, como é o caso do solo no presente estudo.

A cobertura proporcionada pelas copas das árvores diminui a radiação incidente no solo e controla a matocompetição (Guilherme, 2000), além de promover a interceptação das chuvas, reduzindo o impacto direto sobre o solo (Melo et al., 2007).

O tratamento T3, apresentou maior mortalidade que os demais tratamentos, possivelmente devido ao bloco 3 referente a este tratamento ser um área inclinada, com isso o *topsoil* foi totalmente carregado pela água da chuva, restando apenas um substrato compacto e com teores muito baixos de macronutrientes (P, K, Ca e Mg) de saturação por base (SB), CTC efetiva (t), saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m%), dificultando assim o estabelecimento e desenvolvimento das mudas de candeia na área (ANEXO 3C).

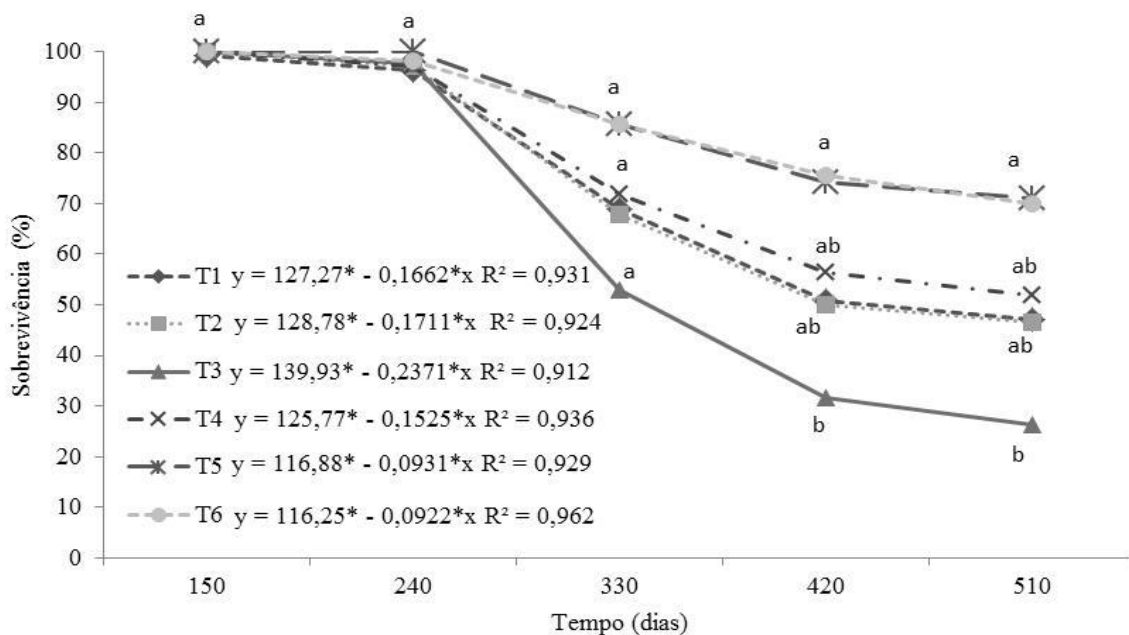


Figura 3. Resultados médios da sobrevivência de mudas de candeia, em função do tempo, na cascalheira, situada no Parque Estadual do Biribiri, em Diamantina, MG. *Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A taxa média de cobertura proporcionada pelo estrato herbáceo foi de 64% e 83% na primeira e segunda avaliação, respectivamente. Verifica-se que as plantas daninhas, advindas do banco de sementes do *topsoil*, podem ter concorrido com as plantas de candeia. Por se tratar de uma espécie pioneira, a candeia torna-se mais sensível ao sombreamento causado pela cobertura promovida pelas gramíneas na área, assim, os espaçamentos maiores tornam-se mais susceptíveis a serem afetados pela competição.

Aparício et al. (2010), em estudo da matopetição em plantio de dois clones de *E. urograndis*, observaram que o crescimento em diâmetro e altura foi menor nos tratamentos sem controle de plantas daninhas, evidenciando maior sensibilidade à competição. De forma semelhante, Costa et al. (2004) procurando determinar os efeitos de períodos de controle e

convivência da *Commelina benghalensis* no crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus grandis*, verificaram que a partir dos 40 dias, em áreas sem competição, a altura e o diâmetro apresentaram tendência a serem maiores, com acréscimos de 21% e 27% respectivamente.

Klionsky et al. (2011), ao avaliarem o impacto causado pelo arbusto *Rhamnus cathartica* sobre quatro espécies nativas das florestas do leste e centro-oeste da América do Norte, verificaram que este arbusto lança uma sombra densa, altera as condições do solo e pode ser alelopático, o que reduziu o desempenho das plantas nativas, afetando o crescimento, sobrevivência e florescimento. Dessa forma, a cobertura proporcionada pelas copas é decisiva no “micro-habitat” interno da floresta, pois afeta a sobrevivência e crescimento das plântulas, determina a composição florística da comunidade, controla os processos erosivos e afeta a composição florística da comunidade (Melo et al., 2007).

Leite et al. (2006), avaliando o efeito do espaçamento e da idade sobre variáveis de povoamentos de pinus, constataram que os espaçamentos influenciam a tendência de crescimento em altura total e em diâmetro, e que aos 14 anos, os maiores espaçamentos proporcionaram maiores estimativas de diâmetro quadrático, de volume por árvore e de sobrevivência. Macedo et al. (2005), em estudos sobre o desenvolvimento de teca (*Tectona grandis*) em diferentes espaçamentos em Paracatu, MG, verificaram que 36 meses após o plantio, a porcentagem de sobrevivência das mudas apresentou valor médio de 69,5%, e que a medida que se aumentou o espaçamento, houve uma diminuição dos valores das variáveis avaliadas, como sobrevivência, diâmetro e altura, apesar da não diferença estatística.

O incremento médio mensal em diâmetro, altura e área de cobertura nas plantas de candeia, não diferiu entre os tratamentos, sendo observada diferença estatística ($p < 0,05$) somente no tempo, porém, não foi possível obter um modelo de regressão que explicasse o comportamento dos dados.

Apesar das seis densidades de plantio não apresentarem diferença quanto ao ganho de incremento, pode-se observar que os tratamentos menos adensados (T1, T2 e T3) foram os que apresentaram menor ganho em incremento médio mensal, constatando, mais uma vez, que a matocompetição pode ter influenciado no rendimento dessa variável (Figura 4). Porém vale destacar, que o maior número de indivíduos por área, de forma geral, implica em maior IMM até a fase de estagnação do crescimento. Mendonça et al. (2008) ao estudarem o desempenho de quatro espécies de *Eucalyptus* spp em plantios puros e consorciados com sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*) em cava de extração de argila, verificaram que o incremento médio mensal em altura e o diâmetro ao nível do solo não foram influenciados pelo sistema de plantio,

sendo um indicativo de que no plantio consorciados as plantas de eucalipto demoram mais para serem influenciadas pela competição.

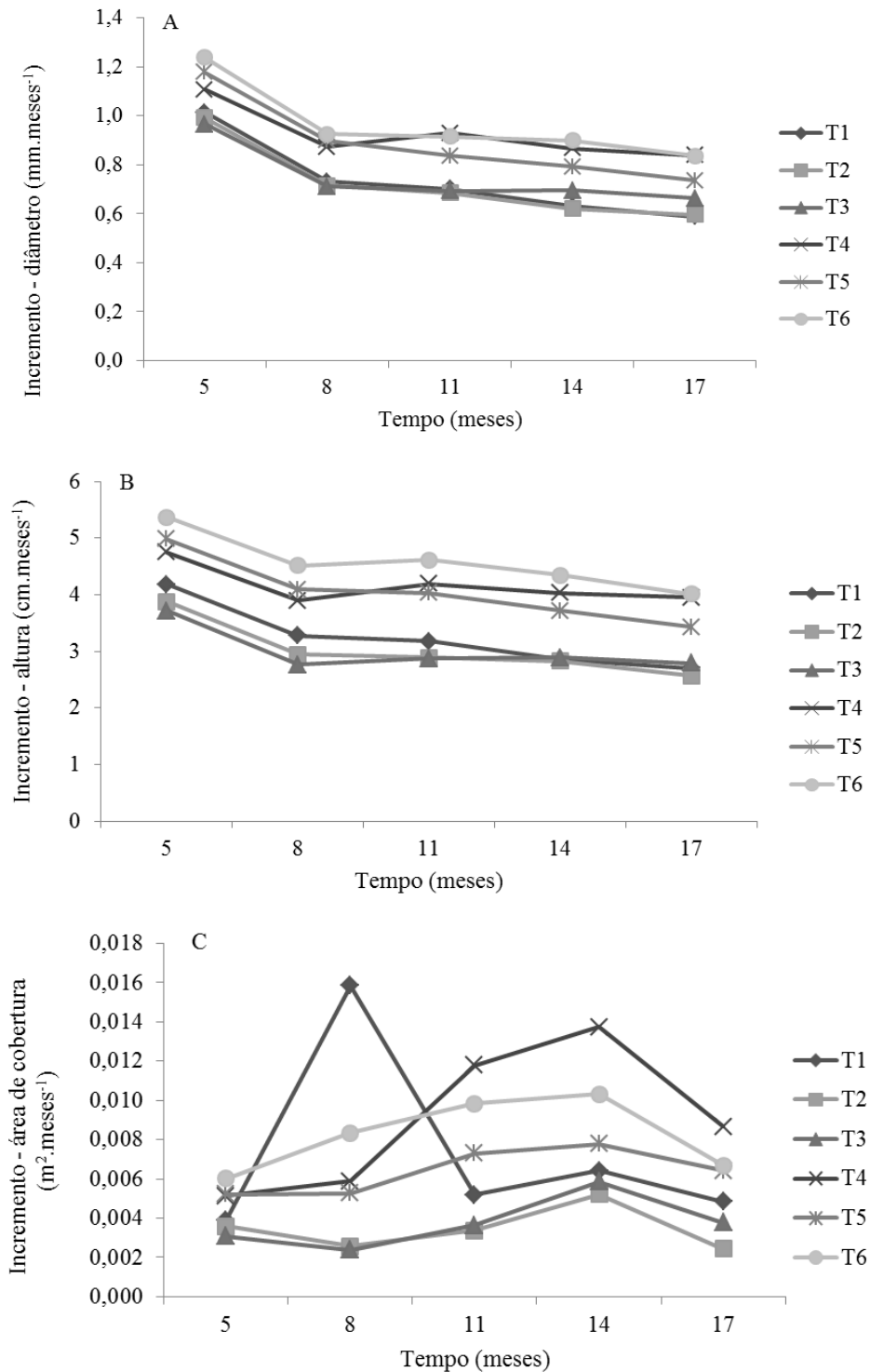


Figura 4. Incremento médio mensal em diâmetro (A), altura (B) e área de copa (C), em função do tempo, de mudas de candeia, na cascalheira, situada no Parque Estadual do Biribiri, em Diamantina, MG.

As práticas de manutenção foram efetuadas somente uma vez neste estudo, no qual foi verificada uma perda inicial de 30% das mudas plantadas, em consequência principalmente da estiagem, sendo realizado o replantio posteriormente. 510 dias após o plantio, 48% das mudas morreram, em consequência principalmente da matocompetição. Embora a sobrevivência tenha sofrido variações quanto às densidades de plantio, medidas de manutenção e/ou replantio são indicadas na área da cascalheira. Porém as mudas sobreviventes se adaptaram muito bem ao local, apresentando um crescimento acelerado e ajudando no processo de recomposição da área degradada, sendo observado o retorno da avifauna, com presença de vários ninhos de pássaros nas mudas de candeia (ANEXO 3D).

Conclusões

1. As diferentes densidades de plantio de candeia não influencia, na altura total, diâmetro do colo e na cobertura de copa.
2. Os espaçamentos mais adensados são os que apresentam maior sobrevivência e incremento médio mensal, sugerindo maior potencial de estabelecimento na cascalheira.
3. A candeia é uma espécie com um alto potencial ecológico para o uso em programas de recuperação de áreas degradadas, sendo aconselhável um plantio mais adensado.

Agradecimentos

À UFVJM, pelo apoio financeiro.

Ao Instituto Estadual de Floresta (IEF), pela licença de realização deste trabalho no Parque Estadual do Biribiri (PEB).

Ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, pelos dados meteorológicos disponibilizados para este trabalho através dos convênios celebrados entre o INMET e a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM.

Referências

ALVES, M. C.; SUZUKI, L. G. A.S.; SUZUKI, L. E. A. S. Densidade do solo e infiltração de água como indicadores da qualidade física de um Latossolo Vermelho distrófico em recuperação. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 31, p. 617-625, 2007.

APARÍCIO, P.S.; FERREIRA, R.L.C.; SILVA, J.A.A.da; ROSA, A.C.; APARÍCIO, W.C.S. Controle da matocompetição em plantios de dois clones de *Eucalyptus x urograndis* no Amapá. **Ciência Florestal**, v.20, p.381-390, 2010.

- BRAUN-BLANQUET, J. **Fitosociologia: bases para el estudio de las comunidades vegetales**. Madrid: H. Blume Ediciones. 820 p. 1979.
- BRUEL, B.O.; MARQUES, M.C.M.; BRITZ, R.M. Survival and growth of tree species under two direct seedling planting systems. **Restoration Ecology**, v.18, p.414-417, 2010.
- COSTA, A.G.F.; ALVES, P.L.C.A.; PAVANI, M.C.M.D. Período da interferência de trapoeraba (*Commelina benghalensis* Hort.) no crescimento inicial de eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden). **Revista Árvore**, v.28, p.471-478, 2004.
- COSTA, S.; ZOCHE, J.Z. Fertilidade de solos construídos em áreas de mineração de carvão na região sul de Santa Catarina. **Revista Árvore**, v.33 p.665-674, 2009.
- CORÁ, J.E.; ARAUJO, A.V.; PEREIRA, G.T.; BERALDO, J.M.G. Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-deaçúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.1013-1021, 2004.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- EMBRAPA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa, Comunicação para Transferência de Tecnologia, Brasília, 1999. 370 pp.
- GRANT, D.G. State-and-transition successional model for bauxite mining rehabilitation in the Jarrah forest of Western Australia. **Restoration Ecology**, v. 14, n. 1, p.28-37, 2006.
- GUILHERME, F.A.G. Efeitos da cobertura de dossel na densidade e estatura de gramíneas e da regeneração natural de plantas lenhosas em mata de galeria, Brasília, DF. **Cerne**, v.6, p.60-66, 2000.
- IGNÁCIO, E.D.; ATTANASIO, C.M.; TONIATO, M.T.Z. Monitoramento de plantios de restauração de florestas ciliares, microbacia do ribeirão São João, mineiros do Tietê, SP. **Revista Instituto Florestal**, v.19, p.137-148, 2007.
- KLIONSKY, S.M.; AMATANGELO, K.L.; WALLER, D.M. Above and belowground impacts of European buckthorn (*Rhamnus cathartica*) on four native forbs. **Restoration Ecology**, v.19, p.728-737, 2011.
- LEITE, H.G.; NOGUEIRA, G.S.; MOREIRA, A.M. Efeito do espaçamento e da idade sobre variáveis de povoamento de *Pinus taeda* L. **Revista Árvore**, v.30, p.603-612, 2006.
- LUCHESE, E. B.; FAVERO, L. O. B.; LENZI, E. **Fundamentos da química do solo: teoria e prática**. 2.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2002. 182p.
- MACEDO, R.L.G.; GOMES, J.E.; VENTURIN, N.; SALGADO, B.G. Desenvolvimento inicial de *Tectona grandis* L.f. (teca) e diferentes espaçamentos no município de Paracatu, MG. **Cerne**, v.11, p.61-69, 2005.
- MENDONÇA, A.V.R.; CARNEIRO, J.G.A.; BARROSO, D.G.; SANTIAGO, A.R.; FREITAS, T.A.S.de; SOUZA, J.S. Desempenho de quatro espécies de *Eucalyptus* spp em plantios puros e consorciados com sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth) em cava de extração de argila. **Revista Árvore**, v.32, p.395-405, 2008.
- MELO, A.C.G.; MIRANDA, D.L.C.; DURIGAN, G. Cobertura de copas como indicador de desenvolvimento estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no médio vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Revista Árvore**, v.31, p.321-328, 2007.

- NASCIMENTO, H.H.C.; NOGUEIRA, R.J.M.C.; SILVA, E.C.S.; SILVA, M.A. Análise do crescimento de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes níveis de água no solo. **Revista Árvore**, v.35, p.617-626, 2011.
- NEVES, S.C.; ABREU, P.A.A.; FRAGA, L.M.S. Fisiografia. In SILVA, A.C.; PEDREIRA, L.C.V.S.F.; ABREU, P.A.A. (Ed). **Serra do Espinhaço Meridional: Paisagens e Ambientes**. Belo Horizonte: O Lutador, 2005. Capítulo 2, 272 p.
- NOVAES, A.B. **Avaliação morfofisiológica da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. produzidas em raiz nua e em diferentes tipos de recipientes**. 1998. 133p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- PÉREZ, J.F.M.; SCOLFORO, J.R.S.; OLIVEIRA, A.D.de; MELO, J.M.de; BORGES, L.F.R.; CAMOLOSÍ, J.F. Sistema de manejo para a candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) a opção do sistema de corte seletivo. **Cerne**, v.10, p.257-273, 2004.
- PIERSON, S.A.M.; KEIFFER, C.H.; McCARTHY, B.C.; ROGSTAD, S.H. Limited reintroduction does not always lead to rapid loss of genetic diversity: an example from the American chestnut (*Castanea dentate*; Fabaceae). **Restoration Ecology**, v.15, p.420-429, 2007.
- PINHEIRO, C. Q. **Avaliação da recuperação da cascalheira do Aeroporto Internacional de Brasília Juscelino Kubitschek: aspectos edáficos, florísticos e ecológicos**. 2008. 84 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de tecnologia (Departamento de Engenharia Florestal), Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2008. 84p.
- SANO, S.M.; FONSECA, C.E.L. **Taxa de sobrevivência e frutificação de espécies nativas do cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003. 20p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 83).
- SCIVITTARO, W. B.; PILLON, C. N. **Calagem e adubação para a cultura da mamona no sul do Brasil**. Pelotas: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006. p.1-8. (Comunicado Técnico Embrapa, 150).
- SCOLFORO, J.R.S.; OLIVEIRA, A.D. de, DAVIDE, A.C., MELLO, J.M. de, ACERBI JUNIOR, F.W. **Manejo Sustentável da Candeia *Eremanthus erythropappus* e *Eremanthus incanus***. Lavras. UFLA-FAEPE. 2002. 350p.
- SILVA, C.P.C. **Crescimento e produção da candeia em plantio sujeito a diferentes espaçamentos e podas**. 2009. 153p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- 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**, v.32, p.731-740, 2008.
- SILVA, G.P.; COSTA, L.M.C.; BARROS, N.F. Caracterização química, física e mineralógica de estéréis e rejeito de mineração de ferro da mina de Alegria, Mariana-MG. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.36, p.45-52, 2006.
- SILVA, S.R.; PROCÓPIO, S.O.; QUEIROZ, T.F.N.; DIAS, L.E. Caracterização de rejeito de mineração de ouro para avaliação de solubilização de metais pesados e arsênio e revegetação local. **Revista Brasileira de Solos**. v.28, p.189-196, 2004.
- 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**, v.7, p.43-52, 2001.

STATSOFT, INC. (2010). STATISTICA (data analysis software system), version 10.
www.statsoft.com.

UNGHIRE, J.M.; SUTTON-GRIER, A.E.; FLANAGAN, N.E.; RICHARDSON, C.J. Spatial impacts of stream and wetland restoration on riparian soil properties in the North Carolina piedmont. **Restoration Ecology**, v.18, p.738-746, 2011.

Artigo científico IV

(Preparado de acordo com as normas da revista Ciência Agrônômica)

Restauração de uma cascalheira em Diamantina, MG, por meio do uso de *topsoil*

Nathália Ferreira e Silva¹ e Israel Marinho Pereira¹

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de uso do *topsoil* em uma área degradada pela mineração de cascalho, através do levantamento florístico e fitossociológico e da cobertura do solo. Para recuperação da área, foram coletadas camadas do solo superficial em uma área destinada à implantação de infra-estrutura no *Campus JK*, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, e em seguida transportado para a área da cascalheira, em janeiro de 2010. Foram selecionados quatro ambientes, onde o material foi depositado em pilhas e espalhado em camadas de cerca de 20 cm, de *topsoil*. Seis meses após a transposição do solo, foram plotadas aleatoriamente 15 parcelas de 1x1 m em cada ambiente, além de 15 parcelas testemunhas (onde não aplicou *topsoil*). Foram realizados um levantamento florístico e fitossociológico na área, nos meses de setembro de 2010, fevereiro de 2010 e setembro de 2011, além da avaliação da porcentagem de cobertura de plantas estimada visualmente pelo método da escala de Braun-Blanquet, nos meses de julho de 2010 e 2011. Foram registradas no total 55 espécies, pertencentes a 15 famílias. As famílias com maior representatividade foram Asteraceae (12), Poaceae (11) e Malvaceae (8). As espécies mais numerosas foram *Ageratum conyzoides*, *Sida rhombifolia*, *Cynodon dactylon*, *Acanthospermum australe*, *Melinis minutiflora*, *Alternanthera tenella* e *Urochloa decumbens*, sendo a maioria consideradas plantas daninhas invasoras. O grau de cobertura do solo foi de 66% e 82% na primeira e segunda avaliação, respectivamente, verificando o rápido recobrimento dos solos da cascalheira, evidenciando o grande potencial do uso do *topsoil* na recomposição da cobertura do solo.

Palavra-chave – planta daninha, Braun-Blanquet, cobertura e proteção do solo.

Assessment of the feasibility of restoration of a gravel pit in Diamantina, MG, through the using of *topsoil*

Abstract – The purpose of this study was to evaluate the potential use of *topsoil* in a degraded area by mining gravel, through floristic and phytosociological and soil cover. For recovery of the area, were collected from surface soil layers in an area intended to infrastructure of the *Campus JK*, Federal University of Jequitinhonha and Mucuri Valleys and then transported to the gravel pit area in January 2010. We selected four environments, where the material was deposited in piles and spread in layers about 20 cm of *topsoil*. Six months after the implementation of soil were randomly plotted 15 1x1 m plots in each environment, and 15 plots (which did not apply *topsoil*). We conducted a floristic and phytosociological survey in the area, in September 2010, February 2011 and September 2011, and by evaluating

*Autor para correspondência

¹Engenheira Florestal - Mestranda em Ciência Florestal - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, *Campus JK* – Rodovia MGT 367 Km 583, nº 5000 – Alto Jacuba - CEP 39100-000 — Diamantina/MG - nathfs7@hotmail.com

²Engenheiro Florestal – Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Florestal - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, *Campus JK* – Rodovia MGT 367 Km 583, nº 5000 – Alto Jacuba - CEP 39100-000 — Diamantina/MG - imarinhopereira@gmail.com

the percentage of plant cover estimated visually by the method of Braun-Blanquet scale, in the months of July 2010 and 2011. We recorded a total of 55 species belonging to 15 families. The families with the largest representation were Asteraceae (12), Poaceae (11) and Malvaceae (8). The most numerous species were *Ageratum conyzoides*, *Sida rhombifolia*, *Cynodon dactylon*, *Acanthospermum australe*, *Melinis minutiflora*, *Alternanthera tenella* and *Urochloa decumbens*, the majority considered invasive weeds. The degree of soil cover was 66% and 82% in the first and second evaluation, respectively, and the rapid covering of gravel soil, showing the great potential of use of topsoil in the rebuilding of ground cover.

Key word - weed, Braun-Blanquet, cover and soil protection.

Introdução

Áreas degradadas são aquelas que após sofrerem um distúrbio, tiveram seus meios de regeneração natural eliminados, apresentando baixa ou nenhuma resiliência. Neste contexto, a atividade de mineração pode ser considerada como uma das formas mais severas de degradação de um determinado ambiente, tendo em vista que para a realização desta atividade faz-se necessário a supressão da vegetação e a retirada da camada superficial do solo, resultando geralmente na exposição da rocha mãe ou saprolitos ao termino da exploração (Pinheiro, 2008).

Segundo Blum (1998) a degradação do solo é entendida como a perda da camada produtiva e da utilidade atual ou potencial dos mesmos. Assim, em locais onde se perdeu essa camada fértil do solo, seja pelo uso intensivo ou principalmente por processos de mineração, torna-se necessária à intervenção antrópica.

Um método alternativo de restauração consiste na retirada do solo antes da mineração, sendo este armazenado durante a atividade e retornado para recompor as superfícies mineradas (Tacey e Glossop, 1980), ou utilizado após a coleta em áreas adjacentes. De acordo com Verhagen et al. (2001), alguns fatores como condições abióticas do local, composição do banco de sementes do solo, dispersão do local e competição afetam a composição da vegetação após a remoção superficial do solo.

Para evitar a inclusão de material indesejável do subsolo (por exemplo, excesso de argila do horizonte B), a maioria das diretrizes atuais define o empréstimo da camada superior do solo, como a camada da superfície de solo nativo ou o solo do horizonte A (Hass e Zobel, 2011). Hall et al. 2010, ao avaliarem o potencial do *topsoil* em uma floresta de carvalho em Kentucky, como uma ferramenta para restauração de minas, descrevem que o solo deve ser salvo e substituído no local, com exceção se for de má qualidade.

Whisenant et al. (1995), propuseram que quando os ecossistemas são severamente degradados, a restauração deve ser iniciada pelo solo, melhorando as condições microambientais e pela introdução de algumas espécies para melhorar os habitats. Como observado em estudos feitos por Buisson et al. (2006), no qual sugerem que a transposição do solo antes do plantio de mudas cultivadas a partir de sementes locais é o método mais promissor para recuperação de uma área.

Como a remoção do solo superficial é uma técnica de restauração intensa, devendo ser analisada com cuidado, principalmente em áreas com um alto grau de perturbação, sendo recomendado o uso após avaliar e conhecer a composição do banco de sementes do solo (Marrs, 2002). Uma alternativa para projetos de recuperação em grande escala, seria remover o *topsoil* em manchas, em locais de boa qualidade e com ausência ou baixa incidência de sementes de espécies exóticas (Buisson et al., 2006). Segundo Klimkowska et al. (2010), sempre que constatado a presença de vegetação não-alvo, é necessário eliminá-la para evitar que estas espécies possam impedir o estabelecimento das espécies desejáveis.

O solo é um recurso natural limitado que precisa ser eficientemente recuperado durante as operações de construção da paisagem, para sua posterior utilização como camada superior do solo (Hass e Zobel, 2011). E a recuperação de áreas mineradas, a partir da transposição de *topsoil* e do banco de semente nele contido, será regida pelos modelos de sucessão (Grant, 2006). Em cenários críticos, onde se perdeu toda a superfície do solo, como é o caso da cascalheira, a utilização do *topsoil* pode ser o diferencial para promover à rápida recolonização da área e aumentar a densidade de indivíduos vegetais, além de servir como substrato para o crescimento das plantas colonizadoras. Já que a lógica de se utilizar o *topsoil* seria o ambiente restabelecer àquelas funções ecológicas antes da degradação, atuando como um “cicatrizador”.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de uso do *topsoil*, em uma área degradada pela mineração de cascalho, através do levantamento florístico e fitossociológico e da cobertura solo.

Material e métodos

O experimento foi implantado e conduzido em uma área de cascalheira com cerca de 10 hectares, situada no Parque Estadual do Biribiri (PEB), 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 m de longitude e 7987114,81 e 7987250,62 m de latitude (UTM) e altitude média de 1412 m.

A degradação da cascalheira ocorreu em virtude da mineração de cascalho para a construção da rodovia BR-367, em meados da década de 50. Após esse período, a área continuou sendo utilizada para extração de cascalho para a realização de aterros para obras civis pela população de Diamantina. Porém, não há registros do ano em que essa retirada na área se iniciou e nem quando cessou, muito embora se acredite que a extração tenha sido encerrada com a criação do Parque, em 1998.

A camada de solo fértil foi removida em função do avanço da lavra, sem estocagem em leiras, contrariamente à recomendação técnica para posterior reposição, restando apenas um substrato muito compactado com presença de rochas e vários sulcos de erosão. Portanto, a exploração deu-se sem planejamento adequado.

No entorno da cascalheira verifica-se a ocorrência de vegetação típica de Campo rupestre, Cerrado campestre e Floresta Estacional Semidecidual e candeal. Os solos predominantes na área em estudo, antes da extração de cascalho eram caracterizados como Plintossolos, segundo Embrapa (2006), constituídos por material mineral, apresentando horizonte plíntico ou litoplíntico ou concessionário 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.

O substrato do local antes a implantação do experimento encontrava-se totalmente descoberto, e com grande compactação sendo composto basicamente por rochas e com sulcos de erosão profundos, apresentando assim, baixos teores de matéria orgânica e baixa capacidade de armazenamento de água.

O regime climático da região é tipicamente tropical, Cwb na classificação de Koppen, caracterizado por verões brandos e úmidos (outubro a abril) e invernos mais frescos e secos (junho a agosto). A precipitação média anual varia de 1.250 a 1.550 mm, e a temperatura média anual situa-se na faixa de 18° a 19°C, 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% (NEVES et al., 2005).

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 e onde foi instalado o experimento (ANEXO 4A).

O solo da área doadora foi classificado como Neossolo quartzarênico, sendo originário de depósitos arenosos, e apresentando textura de areia ou areia franca até no mínimo, a profundidade de 150 cm a partir da superfície ou até o contato lítico, com teor de argila inferior a 15% (EMBRAPA, 2006; Frazão et al., 2008).

Foram selecionados quatro locais (ambientes) na cascalheira, totalmente descobertos de qualquer cobertura vegetal, onde foi realizado primeiramente o reafeiçoamento 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 (ANEXO 4B).

Em julho de 2010, seis meses após a deposição do *topsoil*, foram estabelecidas aleatoriamente, em cada local 15 parcelas de 1×1 m, subdivididas em quadrículas de 0,25×0,25 m, compondo assim, 16 quadrados por parcela, para uma amostragem mais precisa da vegetação. Foram também alocadas 15 parcelas testemunhas, na área onde não recebeu *topsoil*, desprovido de qualquer cobertura vegetal, para verificar se o *topsoil* foi o principal fator para a proteção do solo.

A cobertura das plantas dentro das parcelas foi avaliada em julho de 2010 e em julho de 2011, 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%.

Para o levantamento florístico e fitossociológico, foram realizadas três avaliações, sendo duas na época seca (setembro de 2010 e 2011) e uma na época chuvosa (fevereiro de 2011), justamente para avaliar a sazonalidade da cobertura do solo e composição da cobertura vegetal, com base na sazonalidade e na variação climática do ano.

A identificação das espécies foi obtida diretamente no campo e, quando não possível, foi realizada a coleta do material botânico para posterior identificação. As espécies e famílias foram classificadas de acordo com *Angiosperm Phylogeny Group III* (APG III, 2009). A verificação da grafia e sinônimas nomenclaturais foram checadas nos bancos de informações dos sites *Missouri Botanic Garden – MOBOT* e do *The International Plant Names Index – IPNI*.

Foram calculados, por espécie, os principais parâmetros fitossociológicos descritos por Mueller-Dombois e Ellenberg (1974): densidade relativa (DR), frequência relativa (FR), abundância relativa (AR), bem como o índice de valor de importância (IVI).

Os dados meteorológicos diários de precipitação no período de janeiro de 2010 a novembro de 2011, foram fornecidos pela Estação Climatológica Principal de Diamantina, obtidos junto ao 5º Distrito de Meteorologia – 5º DISME – pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET. Para correlacionar o número total de indivíduos das três avaliações, foram acumulado os dados de precipitação dos seis meses anteriores a cada avaliação. Utilizou-se o coeficiente de correlação de Spearman (rs) empregando o Programa *BioEstat 5.0*.

Resultados e Discussão

Na Tabela 1 encontram-se a relação das espécies que ocorreram na área e suas respectivas famílias botânicas para os quatro ambientes avaliados nas três épocas de coleta. Foram registrados a ocorrência de 7.797 indivíduos, sendo 3.162 indivíduos de 38 espécies na primeira avaliação, 3.608 indivíduos de 35 espécies na segunda avaliação e 1.027 indivíduos de 30 espécies na terceira avaliação, representados por 55 espécies diferentes distribuídas em 15 famílias.

Tabela 1 – Relação das espécies e respectivas famílias botânicas para o levantamento florístico e fitossociologia durante todas as três avaliações na cascalheira, situada no Parque Estadual do Biribiri, em Diamantina, MG. Em que: FV (forma de vida); A (arbórea); AR (arbustiva); H (herbácea); SAR (subarbustiva); EXO (exótica); NAT (nativa); S (seca); C (chuvosa).

	Espécie	FV	Origem	Estação
Amaranthaceae	<i>Alternanthera tenella</i> Colla	H	NAT	C
Asteraceae	<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	H	EXO	S,C
	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	H	NAT	S,C
	<i>Arnica</i> sp.	SAR	EXO	C
	<i>Bidens pilosa</i> L.	H	EXO	C
	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L.	H	EXO	C
	<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist	H	EXO	S
	<i>Eclipta alba</i> L. Hassk.	H	EXO	S
	<i>Emilia fosbergii</i> Nicolson	H	EXO	S,C

Continua...

Tabela 1- Continuação

	Espécie	FV	Origem	Estação
	<i>Gnaphalium spicatum</i> Lam.	H	EXO	S
	<i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass.	H	NAT	S
	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	H	EXO	S
	<i>Tagetes minuta</i> L.	SAR	EXO	S,C
Bignoniaceae	<i>Handroanthus ochraceus</i> (Cham.) Mattos	A	NAT	S, C
Bromeliaceae	<i>Bromelia</i> sp.	H	EXO	C
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burn. f.	H	EXO	S,C
Cyperaceae	<i>Cyperus esculentus</i> L.	H	EXO	
	<i>Cyperus rotundus</i> L.	H	EXO	S,C
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp.	H	EXO	C
Euphorbiaceae	<i>Croton</i> sp.			
	<i>Euphorbia heterophylla</i> L.	H	EXO	C
	<i>Ricinus communis</i> L.	AR	EXO	C
Fabaceae - Faboideae	<i>Crotalaria spectabilis</i> Roth	SAR	EXO	C
	<i>Desmodium</i> sp.			
Fabaceae - Mimosoideae	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	A	NAT	S,C
Fabaceae - Caesalpinioideae	<i>Chamaecrista desvauxii</i> (Collad.) Killip	SAR	NAT	
	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	A	NAT	S,C
Malvaceae	<i>Malvastrum coromandelianum</i> (L.) Garcke	SAR	EXO	S,C
	<i>Sida cordifolia</i> L.	SAR	EXO	S,C
	<i>Sida rhombifolia</i> L.	SAR	EXO	S,C
	<i>Sida santaremensis</i> Monteiro	SAR	NAT	C
	<i>Sida spinosa</i> L.	SAR	EXO	
	<i>Sida urens</i> L.	SAR	NAT	C
	<i>Gossypium</i> sp.	SAR	EXO	S,C
	<i>Sidastrum</i> sp.	SAR	EXO	C

Continua...

Tabela 1- Continuação

	Espécie	FV	Origem	Estação
Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	H	EXO	S
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	H	EXO	S,C
	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	H	EXO	S,C
	<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv.	H	EXO	S,C
	<i>Panicum</i> sp.	H	EXO	C
	<i>Paspalum notatum</i> A. H. Liogier ex Fluggé	H	EXO	C
	<i>Pennisetum setosum</i> (Sw.) Rich.	H	NAT	C
	<i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C.E. Hubb.	H	EXO	C
	<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen	H	EXO	C
	<i>Urochloa brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich.) R.D.	H	EXO	C
	<i>Urochloa decumbens</i> (Stapf) R.D.Webster APNI	H	EXO	C
Polygonaceae	<i>Rumex</i> sp.	H	NAT	C
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	H	EXO	S,C
Rubiaceae	<i>Diodia teres</i> Walter	H	EXO	S,C
	<i>Richardia brasiliensis</i> Gomes	H	NAT	S
	<i>Spermacoce</i> sp.	H	NAT	S,C
Solanaceae	<i>Nicandra physalodes</i> (L.) Gaertn.	H	EXO	C
	<i>Solanum americanum</i> Mill.	H	EXO	S,C
	<i>Solanum lycocarpum</i> A. St. Hil	A	NAT	S,C
	<i>Solanum viarum</i> Dunal	H	NAT	S,C

Observa-se que o maior número de indivíduos ocorreu na segunda avaliação, ou seja, na estação chuvosa, ao contrário da terceira avaliação, no qual foi encontrado um menor número de indivíduos, provavelmente, devido à menor precipitação pluviométrica, verificando cinco meses seguidos praticamente sem chuvas (Figura 1). Sendo assim, há uma tendência da estação chuvosa conferir um maior grau de proteção ao solo, devido o aumento na emergência de plântulas, apesar de não haver correlação significativa entre o número total

de indivíduos em cada avaliação com a precipitação ($r_s = 0,500$; $p = 0,6667$). O curto período de avaliação pode não ter sido suficiente para o efeito da precipitação se expressar, sugerindo uma série mais longa de dados.

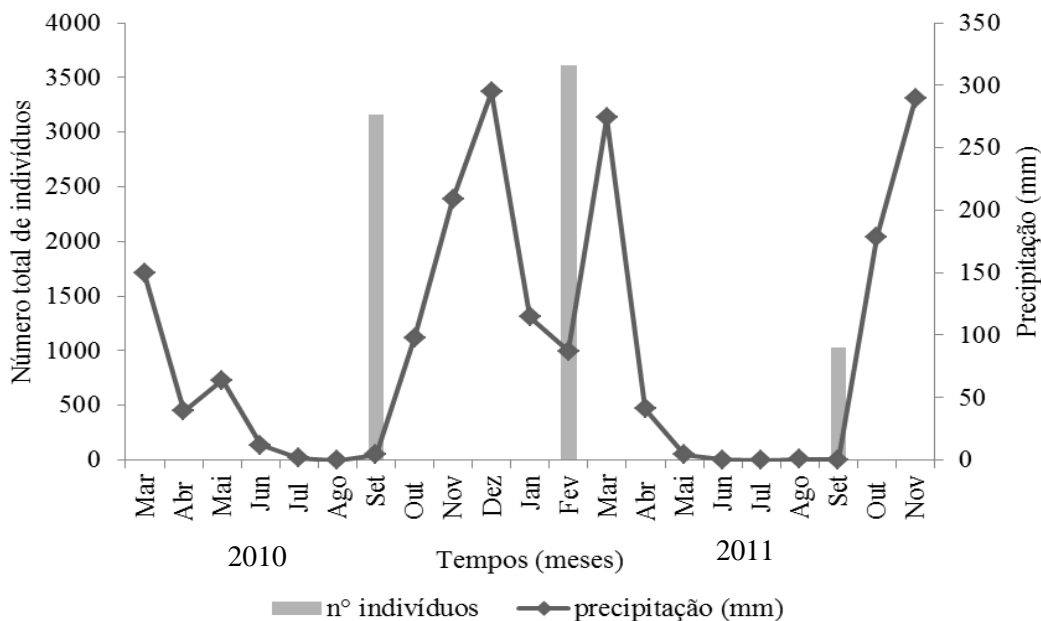


Figura 1 – Variação mensal da precipitação pluviométrica e número total de indivíduos nas três avaliações na cascalheira, situada no Parque Estadual do Biribiri, em Diamantina, MG, durante o período de março de 2010 a novembro de 2011.

As famílias Asteraceae, Poaceae e Malvaceae foram as de maior representatividade, apresentando 22%, 20% e 15% respectivamente, do total de indivíduos avaliados, fato que pode estar relacionado à maioria das espécies dessas famílias serem plantas daninhas invasoras (Lorenzi, 2008). Como o *topsoil* foi retirado de um local a céu aberto, onde a matriz do entorno encontrava-se bastante perturbada, essas plantas daninhas tiveram maior facilidade para se adaptar e desenvolver rapidamente no novo habitat em condições de alta luminosidade, principalmente por apresentarem em sua maioria, metabolismo fotossintético do tipo C_4 , sendo adaptadas para colonizar áreas abertas e ensolaradas.

Os resultados deste estudo corroboraram com os encontrados por Martins et al. (2002), ao analisar a vegetação colonizadora após perturbação por fogo, Maciel et al. (2008), ao caracterizar a comunidade infestante em gramados de *Paspalum notatum* e Souza et al. (2011), em uma ilha de vegetação em um inselberg conhecido como Moxuara, ES, os quais observaram que as espécies pertencentes às famílias Asteraceae, Poaceae e Malvaceae foram as que ocorrerem em maior número. Ribeiro et al. (2007), em estudos sobre a composição de

espécies e relações biogeográficas da flora sobre afloramentos rochosos em Sergipe, também encontraram domínio por espécies de Asteraceae e Poaceae.

Ao final das três avaliações, as espécies mais numerosas foram: *Ageratum conyzoides* (1740), *Sida rhombifolia* (863), *Cynodon dactylon* (646), *Acanthospermum australe* (621), *Melinis minutiflora* (456), *Alternanthera tenella* (332) e *Urochloa decumbens* (240). Apesar do importante papel na proteção do solo, a maioria dessas espécies são consideradas plantas daninhas invasoras (Lorenzi, 2008), podendo inibir a regeneração de espécies mais tardias na sucessão florestal (Martins et al., 2002).

Na figura 2, observa-se que na primeira avaliação houve um destaque para as espécies *Ageratum conyzoides*, *Acanthospermum australe* e *Spermacoce* sp., que foram comuns nas quatro áreas, além da *Diodia teres* e *Sida rhombifolia*, que foram encontradas em três áreas. Essas espécies são comuns tanto na estação seca como chuvosa.

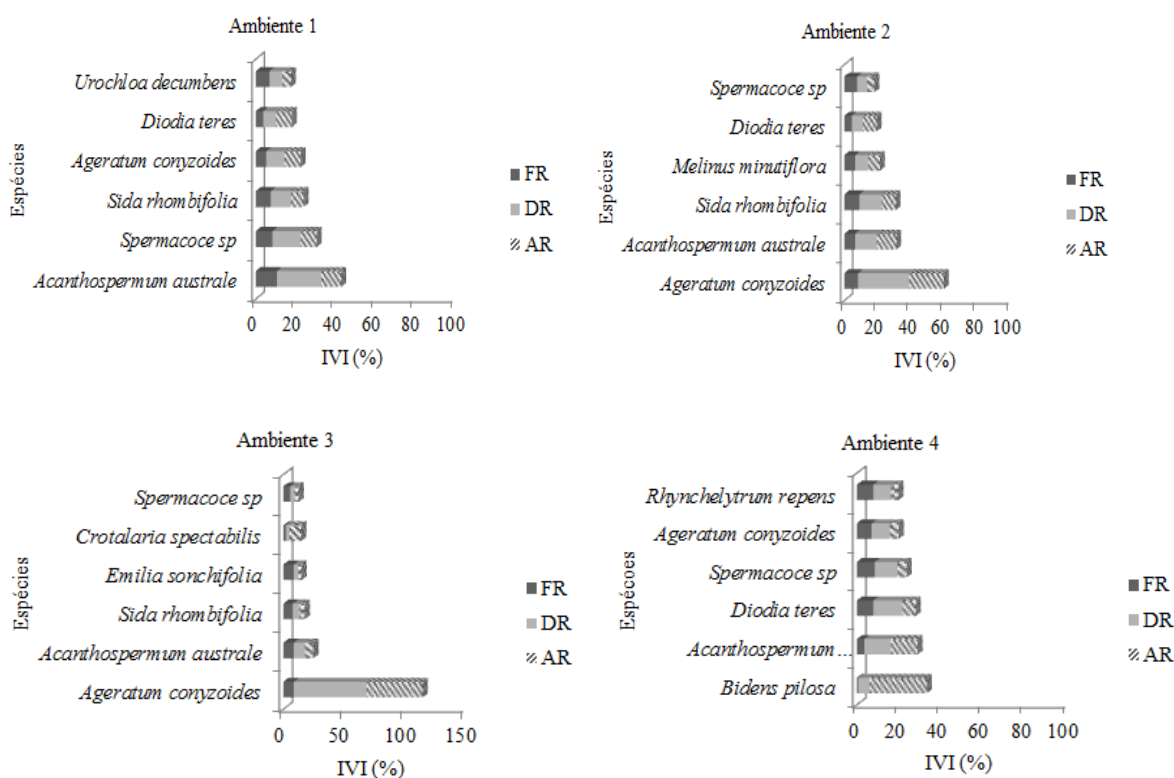


Figura 2 – Parâmetros fitossociológicos para as cinco espécies de maior IVI, nos quatro ambientes, na primeira avaliação realizada na cascalheira, situada no Parque Estadual do Biribiri, em Diamantina, MG.

Lara et al. (2003), ao avaliar plantas daninhas em pastagens de várzeas em seis municípios de Minas Gerais, verificaram que *Ageratum conyzoides* foi uma das espécies que

ocorreu em todos os locais, evidenciando assim, que a espécie apresenta uma ampla distribuição geográfica no estado.

Para a segunda avaliação, percebe-se que houve uma mudança no Valor de Importância das espécies na área (Figura 3). Tal fato pode estar relacionado à época do ano em que foi realizada a análise, ou seja, em época com alta pluviosidade na região, assim as condições climáticas podem ter auxiliado na germinação de novas espécies na área. As espécies que mais se destacam foram: *Diodia teres*, *Ageratum conyzoides*, *Sida rhombifolia*. Já *Cynodon dactylon*, também foi bastante frequente, porém foi registrado em maior densidade apenas no ambiente 4.

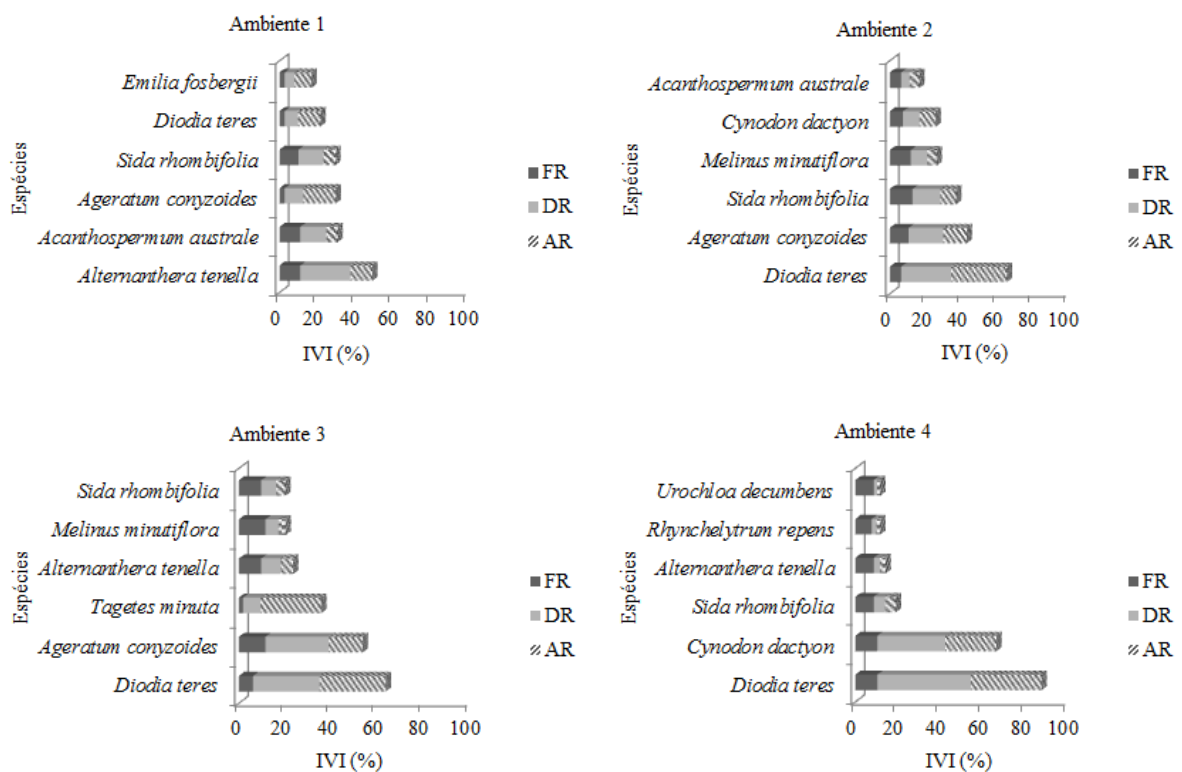


Figura 3 – Parâmetros fitossociológicos para as cinco espécies de maior IVI, nos quatro ambientes, na segunda avaliação realizada na cascalheira, situada no Parque Estadual do Biribiri, em Diamantina, MG.

Na terceira avaliação, as espécies que apresentaram maiores índices de Valor de Importância foram *Sida rhombifolia*, *Melinis minutiflora*, *Urochloa decumbens* e *Cynodon dactylon* (Figura 4).

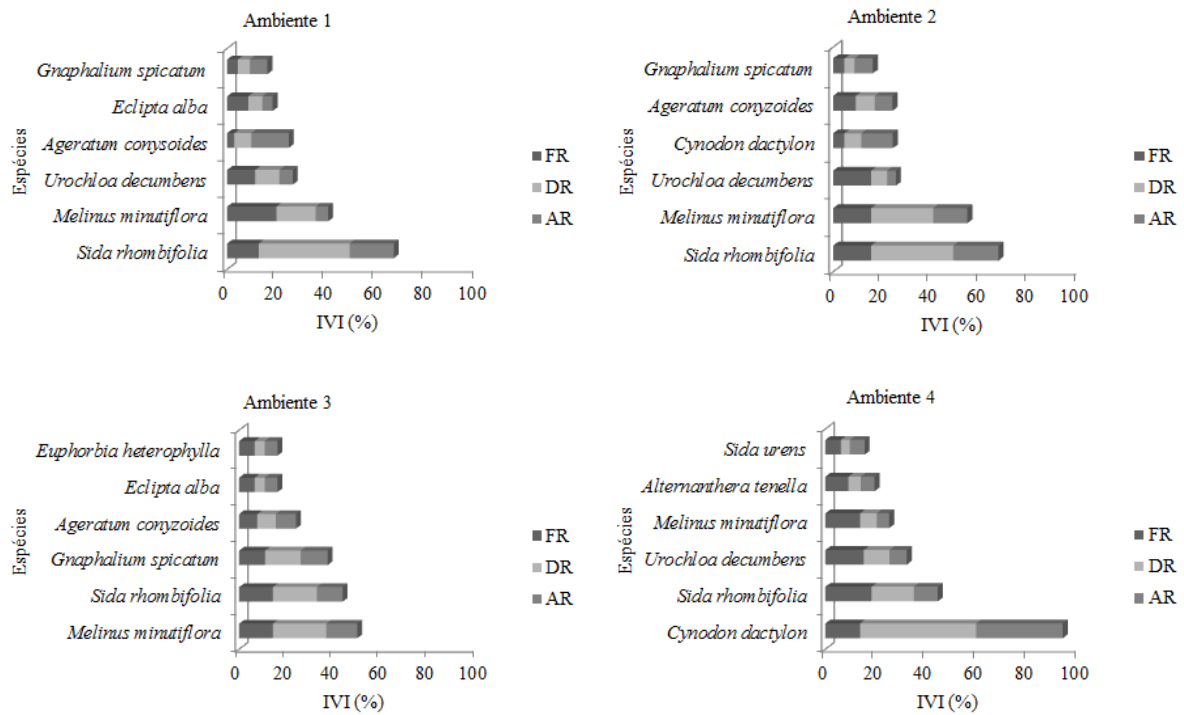


Figura 4 – Parâmetros fitossociológicos para as cinco espécies de maior IVI, nos quatro ambientes, na terceira avaliação realizada na cascalheira, situada no Parque Estadual do Biribiri, em Diamantina, MG.

Ressalta-se que duas das espécies encontradas, *Melinis minutiflora* e *Urochloa decumbens*, são espécies exóticas e agressivas com características inibidoras que dificultam o processo de sucessão ecológica. Martins et al. (2011) e Pivello et al. (1999) sugerem que as gramíneas *Melinis minutiflora* (capim-gordura) e *Urochloa decumbens* possuem uma rápida invasão e expansão no Cerrado, devido a sua agressividade e poder competitivo, deslocando a flora nativa. Martins et al. (2004), verificaram que o capim-gordura, também dificulta o estabelecimento de gramíneas nativas do cerrado em áreas degradadas pela extração de cascalho laterítico. Pinheiro (2008), ao avaliar a recuperação de uma cascalheira do aeroporto internacional de Brasília, também verificou a presença dos gêneros *Urochloa* spp. e *Melinis* spp. que competem com as espécies arbóreas e arbustivas estabelecidas na cascalheira, o que pode comprometer com o futuro sucessional das espécies. Por isso, essas gramíneas agressivas e exóticas devem ser manejadas até que o estrato arbóreo-arbustivo esteja estabelecido.

Tuffi Santes et al. (2004), verificaram que *Cynodon dactylon* e *Sida rhombifolia* foram uma das espécies mais frequentes em um levantamento fitossociológico em pastagens degradadas.

A invasão por espécies exóticas e de caráter inibidor pode dificultar a dispersão e estabelecimento de espécies arbóreas nativas, fato este que foi comprovado no estudo em questão, ao verificar a presença de somente quatro espécies arbóreas, *Handroantus ochraceus* (ipê), *Anadenanthera colubrina* (angico), *Copaifera langsdorffii* (copaíba) e *Solanum lycocarpum* (lobeira), regenerantes na área por meio de gemas radiculares (ANEXO 4C). O avanço na cobertura de gramíneas exóticas e agressiva na área em recuperação pode ocasionar a médio e longo prazo um retrocesso no processo de regeneração natural da área. A baixa densidade de espécies arbóreas encontradas pode ser explicada pelo fato das áreas doadoras do *topsoil* pertencerem a uma fisionomia de campo cerrado, e não possuir fragmentos conservados no entorno, ou árvores matrizes circundando, dificultando a dispersão de sementes.

Segundo Flory e Clay (2010), entre os múltiplos fatores que podem afetar o processo de sucessão florestal, incluindo padrões de dispersão de sementes, sobrevivência das mudas e heterogeneidade ambiental, merecem destaque a invasão de plantas exóticas. Essas invasões podem aumentar a competição e alterar as condições abióticas, uma vez que a gramínea exótica invasora pode inibir a regeneração florestal de árvores nativas, afetando a estrutura da comunidade e comprometendo esforços de restauração.

Das 15 parcelas testemunhas, em apenas quatro foram encontradas espécies herbáceas, porém, em números bem menores, totalizando uma cobertura média do solo com cerca de 14%, mostrando a eficiência do *topsoil*. Essas espécies foram encontradas na segunda e terceira avaliação, indício de que as plantas oriundas do *topsoil* podem ter dispersado suas sementes para os locais circunvizinhos (ANEXO 4D).

O rápido recobrimento do solo é desejável 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 nas áreas degradadas. A taxa média de cobertura foi de 66% e 82% na primeira e segunda avaliação, respectivamente. Sendo 72% para o ambiente 1, 62% para o ambiente 2 e 56% e 74% para os ambiente 3 e 4, na primeira avaliação. Já na segunda avaliação a cobertura média aumentou em todos os ambientes, sendo 83%, 91%, 74% e 79%, para os ambientes 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Verifica-se que o *topsoil* exerceu um papel preponderante na cobertura do solo durante um período muito curto (18 meses), devido principalmente ao banco de semente encontrado nesse solo (ANEXO 4E).

Moreira (2004), ao recuperar uma área degradada pela extração de bauxita, verificou que nas áreas que receberam *topsoil*, a regeneração natural foi mais exuberante quando

comparado com as áreas não receberam, devido à presença de um possível banco de semente e maior teor de matéria orgânica. Assim como Jakovac (2008), ao avaliar a possibilidade de recuperação de taludes utilizando a técnica de transposição de *topsoil*, verificou que na área testemunha, onde não houve deposição de *topsoil*, a regeneração natural foi inexpressiva.

Observa-se na Tabela 2, que o número de parcelas com cobertura superior a 75%, aumentou significativamente na segunda medição. Segundo Martins et al. (2002), as espécies herbáceas e subarborescentes exercem um importante papel na proteção do solo contra processos erosivos, além de incorporar matéria orgânica ao solo e contribuir para a ciclagem de nutrientes.

Tabela 2 – Número de parcelas por classe de cobertura em quatro ambientes de uma cascalheira em Diamantina, MG.

Escala de magnitude	Classes de cobertura de Braun-Blanquet (%)	Avaliações							
		Ambiente 1		Ambiente 2		Ambiente 3		Ambiente 4	
		1°	2°	1°	2°*	1°	2°	1°	2°
1	< 1	---	---	---	---	---	---	---	---
2	5 a 25	---	---	---	---	---	---	---	---
3	25 a 50	1	2	4	---	5	---	1	1
4	50 a 75	6	2	6	2	9	8	6	4
5	75 a 100	8	11	5	12	1	7	8	10

*Uma parcela do Ambiente 2, foi perdida na segunda avaliação, totalizando 14 parcelas.

Estudos que avaliaram o uso de *topsoil*, como estratégia para recuperação de áreas degradadas, mostraram que o banco de semente contido nessa camada superficial do solo, é uma rica fonte de sementes de espécies nativas, apresentando diversas formas de vida, como herbácea, lianas, arbustivas e arbóreas (Moreira, 2004; Nave, 2005; Grant, 2006; Jakovac, 2007; Klimkowska et al, 2010). Porém, nesse banco de sementes, existem também espécies exóticas, que podem comprometer o desenvolvimento e sobrevivências das espécies nativas, como é o caso do estudo em questão.

Buisson et al. (2006) sugerem que, para a eficácia da transposição do solo, tratamentos com herbicidas devem ser comparados, para diminuir o banco de sementes exóticas antes do plantio, incluindo os potenciais impactos negativos/positivos de ambas as técnicas de restauração sobre a comunidade microbiana do solo, textura do solo e outras gramíneas nativas. Por isso, é aconselhável que seja avaliado o banco de sementes do *topsoil*, para que este não esteja infestado por sementes de espécies invasoras.

Além disso, segundo Klimkowska et al. (2010), a remoção solo e adição de sementes podem resultar em condições ambientais favoráveis para o estabelecimento da vegetação desejada, eliminando a vegetação não-alvo e seu banco de sementes e, provavelmente, impedir o estabelecimento da dispersão dessas espécies.

Dessa forma, a infestação de espécies nas áreas a serem recuperadas pode estar relacionada ao local de onde foi retirado o *topsoil*, por isso é recomendado que haja verificação do material alóctone a ser colocado em áreas degradadas, através do banco de sementes, a fim de evitar uma possível invasão biológica de espécies agressivas que possam dificultar o estabelecimento de espécies nativas na nova área. Porém, vale ressaltar que, muitas das herbáceas consideradas daninhas, são as principais responsáveis pela colonização inicial, e podem ser encontradas em alta densidade, como verificado no presente estudo. Além disso, foi observada a frutificação de algumas plantas, o que pode ter ajudado no retorno da avifauna para a cascalheira, com presença de vários ninhos de pássaros (ANEXO 4F). Assim, quando não há outra alternativa, a não ser a utilização de um *topsoil* de qualidade inferior, é recomendado que as espécies agressivas e invasoras advindas desse *topsoil* sejam manejadas até que o estrato arbóreo-arbustivo esteja estabelecido, além, se necessário, a utilização conjunta com outra técnica, como plantio de mudas ou resgate de plântulas, tornando essa prática mais viável (ANEXO 4G).

Conclusões

1. A transposição de *topsoil* é uma alternativa viável para a recuperação de áreas degradadas, por proporcionar a rápida cobertura do solo, protegendo-o contra erosões e perda de sementes.
2. O uso do *topsoil*, somado à composição florística contidos no banco de sementes, assim como a chuva de sementes, proporcionará uma comunidade regenerante heterogênea.
3. Recomenda-se o uso de um *topsoil* com qualidade, por isso é indicado um levantamento do banco de sementes, antes da transposição do solo, para evitar que esteja infestado de sementes com espécies invasoras, como no caso da *Ageratum conyzoides*, *Sida rhombifolia*, *Cynodon dactylon*, *Melinis minutiflora* e *Urochloa decumbens*.

Agradecimentos

À UFVJM, pelo apoio financeiro.

Ao Instituto Estadual de Floresta (IEF), pela licença de realização deste trabalho no Parque Estadual do Biribiri (PEB).

Ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, pelos dados meteorológicos disponibilizados para este trabalho através dos convênios, celebrados entre o INMET e a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFMG.

Referências

APG. Angiosperm Phylogeny Group (APG III). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v.161, p.105-121. 2009.

BLUM, W. E. H. Basic concepts: degradation, resilience, and rehabilitation. In: Lal, R.; Blum, W. H.; Valentine, C.; Stewart, B. A., ed. **Methods for assessment of soil degradation**. New York: CRC Press, 1998 p.1-16

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

BUISSON, E., K. D. HOLL, S. ANDERSON, E. CORCKET, G. F. HAYES, F. TORRE, A. PETEERS.; T. Dutoit. Effect of seed source, topsoil removal, and plant neighbor removal on restoring California coastal prairies. **Restoration Ecology**, v.14, p.569–577. 2006.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

FLORY, S.L.; CLAY, K. Non-native grass invasion suppresses forest succession. **Oecologia**, Berlin, n.164, p.1029-1038, 2010a.

FRAZÃO, L.A.; PÍCCOLO, M.C.; FEIGL, B.J.; CERRI, C.C.; CERRI, C.E.P. Propriedades químicas de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado mato-grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.641-648. 2008.

GRANT, D.G. State-and-transition successional model for bauxite mining rehabilitation in the Jarrah forest of Western Australia. **Restoration Ecology**, v.14, n.1, p.28-37, 2006.

HASS, A.; ZOBEL, R.W. Using soil E horizon in salvaged topsoil material-effect on soil texture. **Soil Use and Management**, v.27, n.4, p.470-479, 2011.

HALL, S.L.; BARTON, C.D.; BASKIN, C.C. Topsoil seed bank of on Oak-Hisckory forest in eastern Kentucky as a restoration tool on surface mines. **Restoration Ecology**. v.18, p.834-842, 2010.

IPNI - The International Plant Names Index. 2012. <http://www.ipni.org>. (Último acesso em: Jan/ 2012).

JAKOVAC, A.C.C. **O uso do banco de sementes contido no topsoil como estratégia de recuperação de áreas degradadas**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP. 2007.

- KLIMKOWSKA, A.; KOTOWSKI, W.; VAN DIGGELEN, R.; GROOTJANS, A.P.; DZIERZA, P.; BRZEZINSKA, K. Vegetation re-development after fen meadow restoration by topsoil removal and hay transfer. **Restoration Ecology**, v.18, p.924-933, 2010.
- LARA, J. F. R.; MACEDO, J. F.; BRANDÃO, M. Plantas daninhas em pastagens de várzeas no Estado de Minas Gerais. **Planta Daninha**, v. 21, n. 1, p. 11-20, 2003.
- LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas, tóxicas e medicinais**. São Paulo, Plantarum, 2008. 608 p.
- MACIEL, C.D.G.; POLETINE, J.P.; AQUINO, C.J.R.; FERREIRA, D.M.; MAIO, R.M.D. Composição florística da comunidade infestante em gramados de *Paspalum notatum* no município de Assis, SP. **Planta Daninha**, v.26, n.1, p. 57-64, 2008.
- MARRS, R. H. Manipulating the chemical environment of the soil. In PERROW M. R.; DAVY, A. J. (eds.) Handbook of restoration ecology, vol 1: **Restoration in practice**. Pp. 155–183. Cambridge University Press, United Kingdom. 2002.
- MARTINS, C.R.; HAY, J.D.V.; WALTER, B.M.T.; PROENÇA, C.E.B.; VIVALDI, L. Impacto da invasão e do manejo de capim gordura (*Melinis minutiflora*) sobre a riqueza e biomassa da flora nativa do Cerrado sentido restrito. **Revista Brasileira de Botânica**, v.34, n.1, p.73-90, 2011.
- MARTINS, C.R.; LEITE, L.L.; HARIDASAN, M. Capim gordura (*Melinis minutiflora* P.Beauv.), uma gramínea que compromete a recuperação de áreas degradadas em unidades de conservação. **Revista Árvore**, v.28, n.5, p.739-747, 2004.
- MARTINS, S.V., RIBEIRO, G.A., SILVA JUNIOR, W.M. & NAPPO, M.E. Regeneração pós-fogo em fragmento de Floresta Estacional Semidecidual no município de Viçosa, MG. **Ciência Florestal**. v.12, n.1, p.11-19. 2002.
- MOBOT - Missouri Botanical Garden, W³TROPICOS. 2012. Disponível em : <http://www.mobot.org>. (Último acesso em: Jan/ 2012).
- MOREIRA, P. R. **Manejo de solo e recomposição da vegetação com vistas a recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, Poços de Caldas, MG**. 2004. 139p. Dissertação (Doutorado em Biologia)-Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2004.
- MUELLER-DOMBOIS, D, ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York, John Wiley & Sons. 1974. 547 p.
- NAVE, A. G. **Bando de sementes autóctone e alóctone, resgate de plantas e plantio de vegetação nativa na fazenda Intermontes, município de Ribeirão Grande, SP**. 2005. 218p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- NEVES, S.C.; ABREU, P.A.A.; FRAGA, L.M.S. Fisiografia. In SILVA, A.C.; PEDREIRA, L.C.V.S.F.; ABREU, P.A.A. (Ed). **Serra do Espinhaço Meridional: Paisagens e Ambientes**. Belo Horizonte: O Lutador, 2005. Capítulo 2, 272 p.
- PINHEIRO, C. Q. **Avaliação da recuperação da cascalheira do Aeroporto Internacional de Brasília Juscelino Kubitschek: aspectos edáficos, florísticos e ecológicos**. 2008. 84 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de tecnologia (Departamento de Engenharia Florestal), Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2008. 84p.

- PIVELLO, V.R., CARVALHO, V.M.C., LOPES, P.F., PECCININI, A.A. & ROSO, S.. Abundance and distribution of native and alien grasses in a “cerrado” (Brazilian savanna) biological reserve. **Biotropica** v.31, p.71-82. 1999.
- RIBEIRO, K.T.; MEDINA, B.M.O.; SCARANO, F.R. Species composition and biogeographic relations of the rock outcrop flora on the high plateau of Itatiaia, SE-Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**. v. 30, n. 4, p. 623-639, 2007.
- SOUZA, P.F.; SIQUEIRA, T.C.; MARTINS, R.L. Plantas daninhas em ilhas de vegetação em processo de regeneração natural. **Planta daninha**, v.29, p.745-750, 2011.
- TACEY, W.H. & GLOSSOP, B.L. 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, n.1, p.195-201, 1980.
- TUFFI SANTOS, L. D. et al. Levantamento fitossociológico em pastagens degradadas sob condições de várzea. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 343-349, 2004.
- VERHAGEN, R., J. KLOOKER, J. P. BAKKER.; R. VAN DIGGELEN. Restoration success of low-production plant communities on former agricultural soils after topsoil removal. **Applied Vegetation Science** v.4, p.75-82. 2001.
- WHISENANT, S. G., T. L. THUROW.; S. J. MARANZ. Initiating autogenic restoration on shallow semiarid sites. **Restoration Ecology** v.3, p.61-67. 1995.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades de mineração podem ser consideradas como uma das formas mais severas de degradação de um determinado ambiente, devido à necessidade da supressão da vegetação e a retirada da camada superficial do solo (*topsoil*). Em decorrência do grande impacto aos ecossistemas, a legislação brasileira exige a recuperação de áreas degradadas pela mineração.

Dentre as medidas mitigadoras dos impactos ambientais gerados pelas atividades minerárias impostas por órgãos ambientais como condicionantes no processo de licenciamento ambiental, destaca-se o salvamento de germoplasma, ou seja, o resgate da flora, envolvendo coleta de sementes, de plântulas, plantas jovens e indivíduos adultos, antes da supressão da vegetação e a coleta, armazenamento ou transposição da camada superficial do solo para recuperação de áreas dentro do empreendimento.

A técnica de resgate de plantas possibilita a conservação do material genético que, de outra forma, seria suprimido, o salvamento de espécies raras e com perigo de extinção e o uso de espécies com dificuldade de germinação nos programas de recuperação, além de dispensar etapas trabalhosas na coleta, beneficiamento e armazenamento de sementes. A metodologia proposta neste trabalho amplia as possibilidades e necessidades de estudos de métodos adequados para cada espécie ou família, para melhor desenvolvimento e sobrevivência das mudas em áreas a serem recuperadas. Sendo verificado que resgatar espécies de peroba (*Aspidosperma cylindrocarpon*) e arnica (*Lychnophora pohlii*), em dias chuvosos ou nublados, potencializa o sobrevivência dessa plantas, além a não redução foliar, que mostrou-se eficiente para ambas as espécies avaliadas.

O solo é um recurso natural limitado que precisa ser eficientemente recuperado durante as operações de construção da paisagem, por possuir uma rica fonte de propágulos e matéria orgânica. Neste sentido, a transposição da camada superficial do solo, resultantes da limpeza de áreas destinadas à construção civil ou abertura de lavras de mineração torna-se uma alternativa que pode contribuir de forma significativa na formação do solo e ativação do processo de sucessão ecológica em áreas degradadas. Esta técnica se tornou eficaz na recuperação da cascalheira em estudo, principalmente, em virtude da rápida proteção e cobertura do solo, apesar da elevada presença de gramíneas exóticas e invasoras na área. Por isso as plantas daninhas devem ser manejadas para que o estrato arbóreo-arbustivo possa se estabelecer. Visando evitar problemas decorrentes da contaminação do banco de sementes do solo com propágulos de espécies inibidora da sucessão, como a exemplo das gramíneas

exóticas invasoras (braquiária e capim gordura), recomenda-se como medida preventiva realizar o estudo do banco de sementes do solo, como medida que antecede o uso desta técnica na recuperação de áreas degradadas.

Em áreas onde o solo foi muito degradado o plantio de mudas também torna-se viável e incrementa a diversidade florestal, sendo indicado a utilização de espécies nativas autóctones adaptadas às condições do ambiente local. A candeia (*Eremanthus erythropappus*) por ser uma espécie de rápido crescimento e que se desenvolve em sítios com pouca fertilidade, adaptou-se bem na cascalheira.

Assim, como formas de recuperar a cascalheira foi realizado o resgate de plântulas, transposição de *topsoil* e plantio de mudas, sendo as três técnicas potencialmente eficazes para recuperação de ambientes degradados pela extração de cascalho.

ANEXOS A

1 A



Foto: Remanescente transicional entre Floresta Estacional Semidecídua e Cerrado, no distrito de Mendanha-MG, onde foram resgatadas as plântulas de peroba (*Aspidosperma cylindrocarpon*), em dezembro de 2010.

1 B



Foto: Coleta das plântulas de peroba com o auxílio de uma pá de jardinagem (A), retirada da plântula juntamente com o torrão, para não causar danos às raízes (B), raízes nuas após os destorroamento (C) e recipientes contendo água nos quais os indivíduos foram mantidos até o transplante (D).

1C

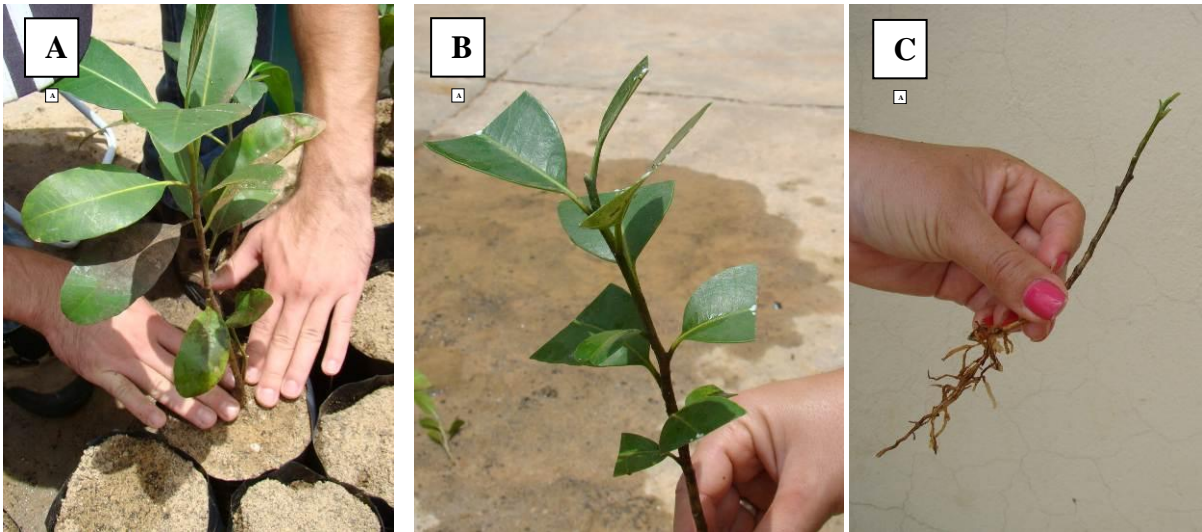


Foto: Intensidades de redução foliar das mudas de peroba, em que: 0% - sem redução foliar (A), 50% - redução foliar em 50% de todas as folhas (B) e 100% - remoção total das folhas (C).

2A



Foto: Áreas de Campo Rupestre, destinadas a supressão da vegetação para ampliação do campus Juscelino Kubitschek, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) em Diamantina, MG, onde foram resgatadas as mudas de arnica (*Lychnophora pohlii*), em dezembro de 2010.

2B



Foto: Coleta das mudas de arnica com o auxílio de uma pá de jardinagem, juntamente com o torrão, para não causar danos às raízes (A), raízes nuas após os destorroamento (B), recipientes contendo água nos quais os indivíduos foram mantidos até o transplante (C) e transporte imediato das mudas para o Centro Integrado de Propagação de Espécies Florestais (CIPEF) pertencente ao Departamento de Engenharia Florestal da UFVJM, onde foi instalado o experimento (D).

2C

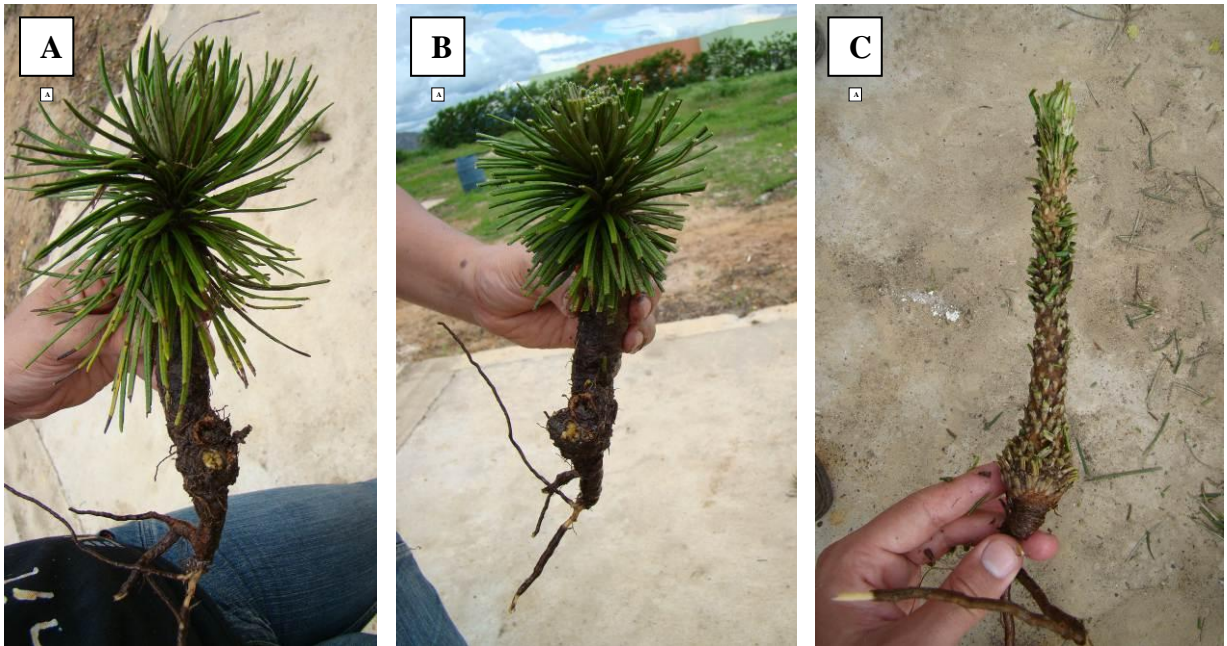


Foto: Intensidades de redução foliar das mudas de arnica, nos quais, 0% - sem redução foliar (A), 50% - redução foliar em 50% de todas as folhas (B) e 100% - remoção total das folhas (C).

3A



Foto: Imagem representativa da cascalheira e dos três blocos onde foi realizado o estudo, situada no Parque Estadual do Biribiri em Diamantina, MG. (Fonte: Google Earth).

3B

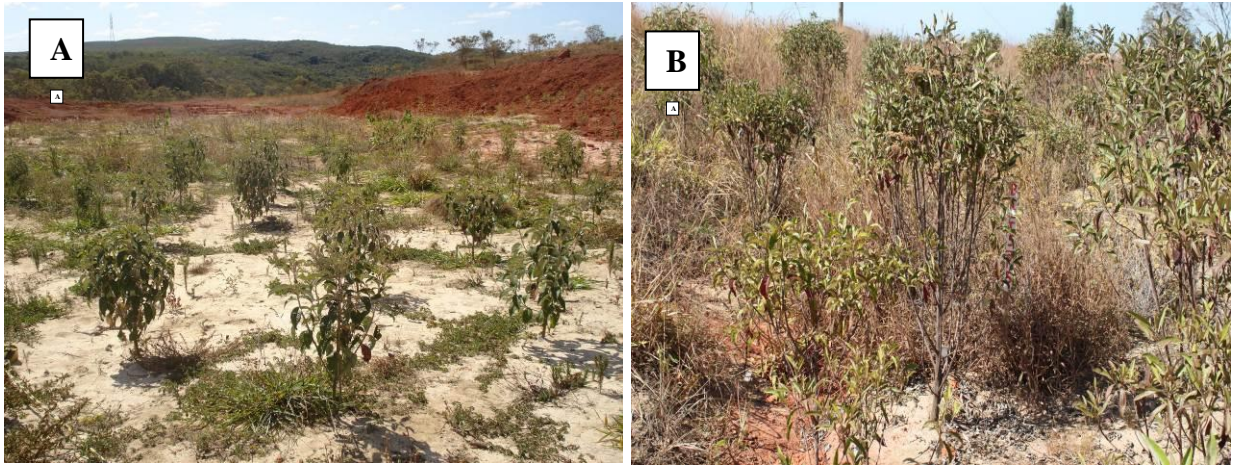


Foto: Detalhamento do crescimento de mudas de candeia (*Eremanthus erythropappus*), plantadas na cascalheira, após 7 meses (A) e 17 meses (B), verificando sua adaptação no local.

3C



Foto: Detalhamento do carreamento do *topsoil* referente ao tratamento T3 do bloco 3, pela água da chuva, devido a inclinação dessa área.

3D

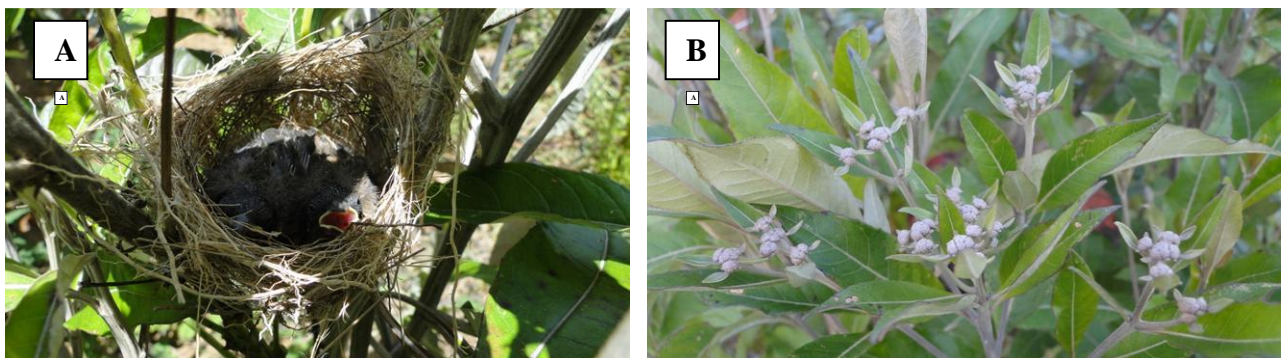


Foto: Presença de ninhos de pássaros em plantas de candeia, verificando o retorno da avifauna para a cascalheira (A) e floração de mudas de candeia, 15 meses após plantio (B).

4A

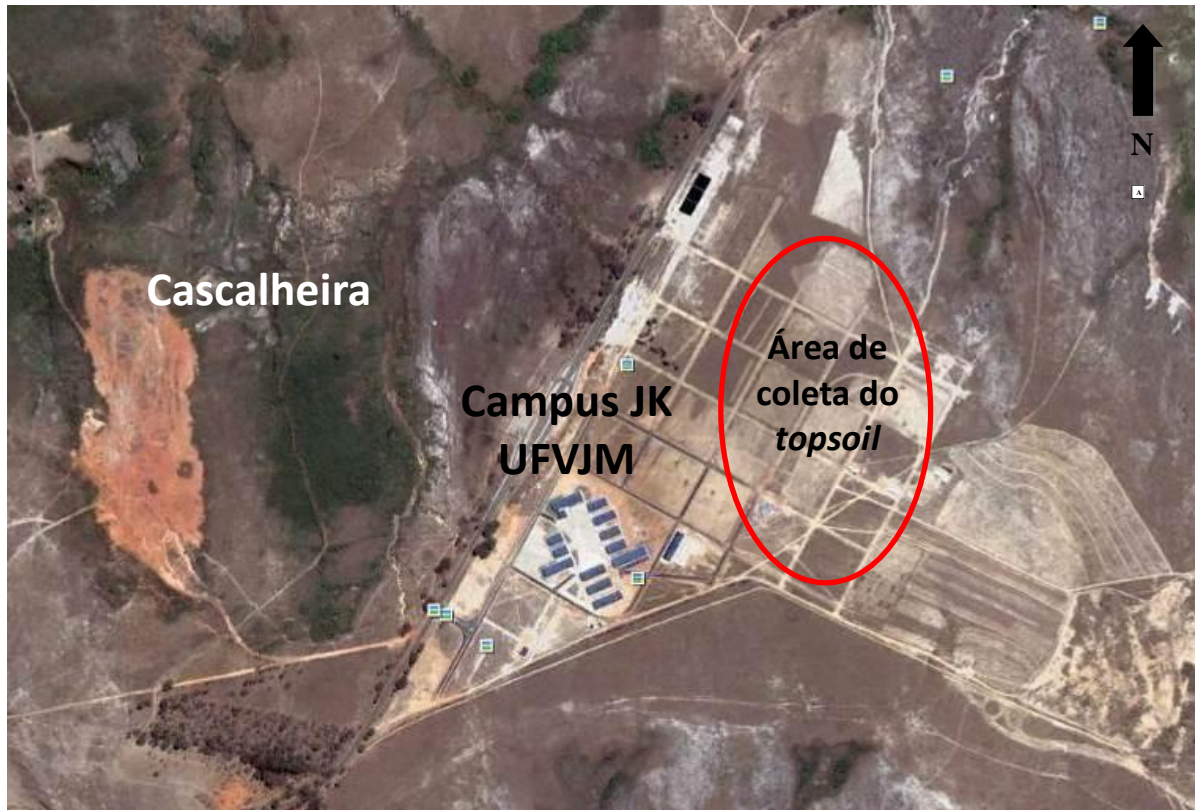


Foto: Imagem representativa da cascalheira, situada no Parque Estadual do Biribiri e da área de coleta do *topsoil*, em Diamantina, MG. (Fonte - Google Earth).

4B

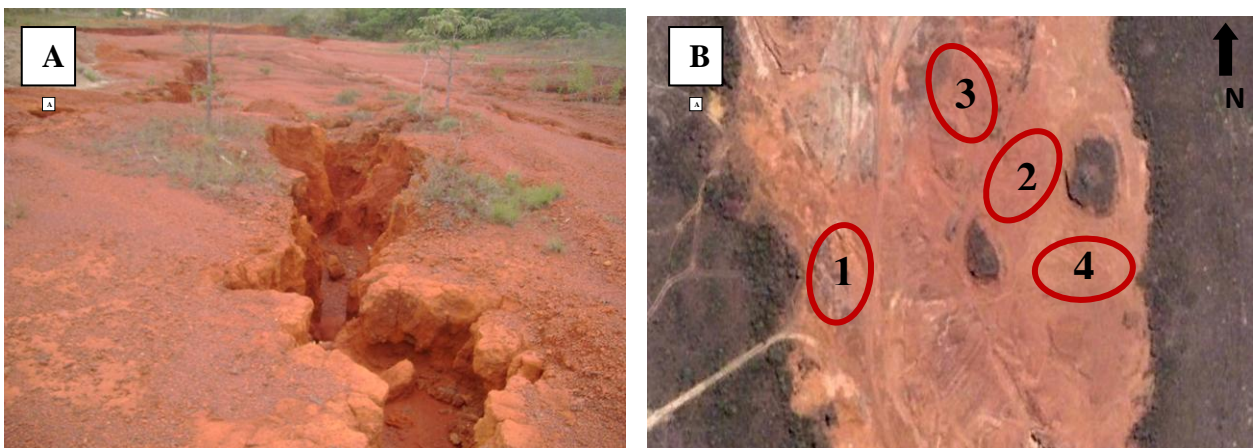


Foto: Substrato descoberto, com compactação e sulcos de erosão profundos, antes da deposição do *topsoil* (A) e os quatro ambientes onde foi depositado o *topsoil* para a realização do estudo, situada no Parque Estadual do Biribiri em Diamantina, MG (B)

4C



4D



Foto: Parcela alocada no *topsoil*, na qual foi verificada a regeneração de espécies arbóreas nativas, detalhamento para a espécie ipê (*Handroantus ochraceus*) (4C) e parcela testemunha (1m²), no qual verificou-se a presença de espécies herbáceas (4D).

4E



Foto: Detalhamento da cobertura do solo 6 meses (A) e 18 meses (B), após a deposição do *topsoil*.

4F

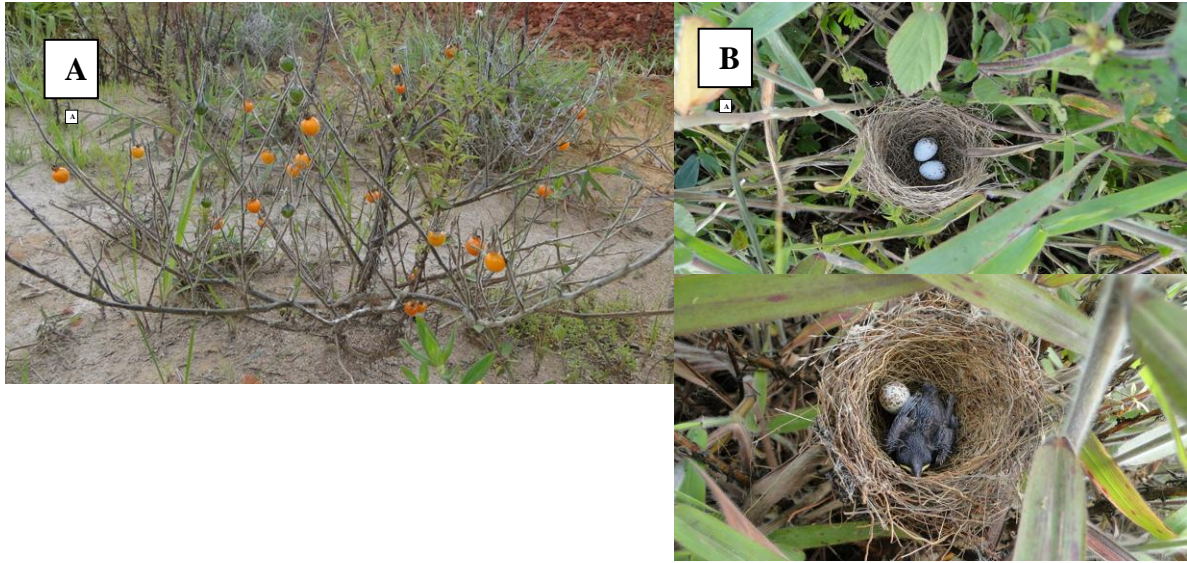


Foto: Frutificação (A) e presença de ninhos de pássaros em herbáceas, verificando o retorno da avifauna para a cascalheira (B).

4G

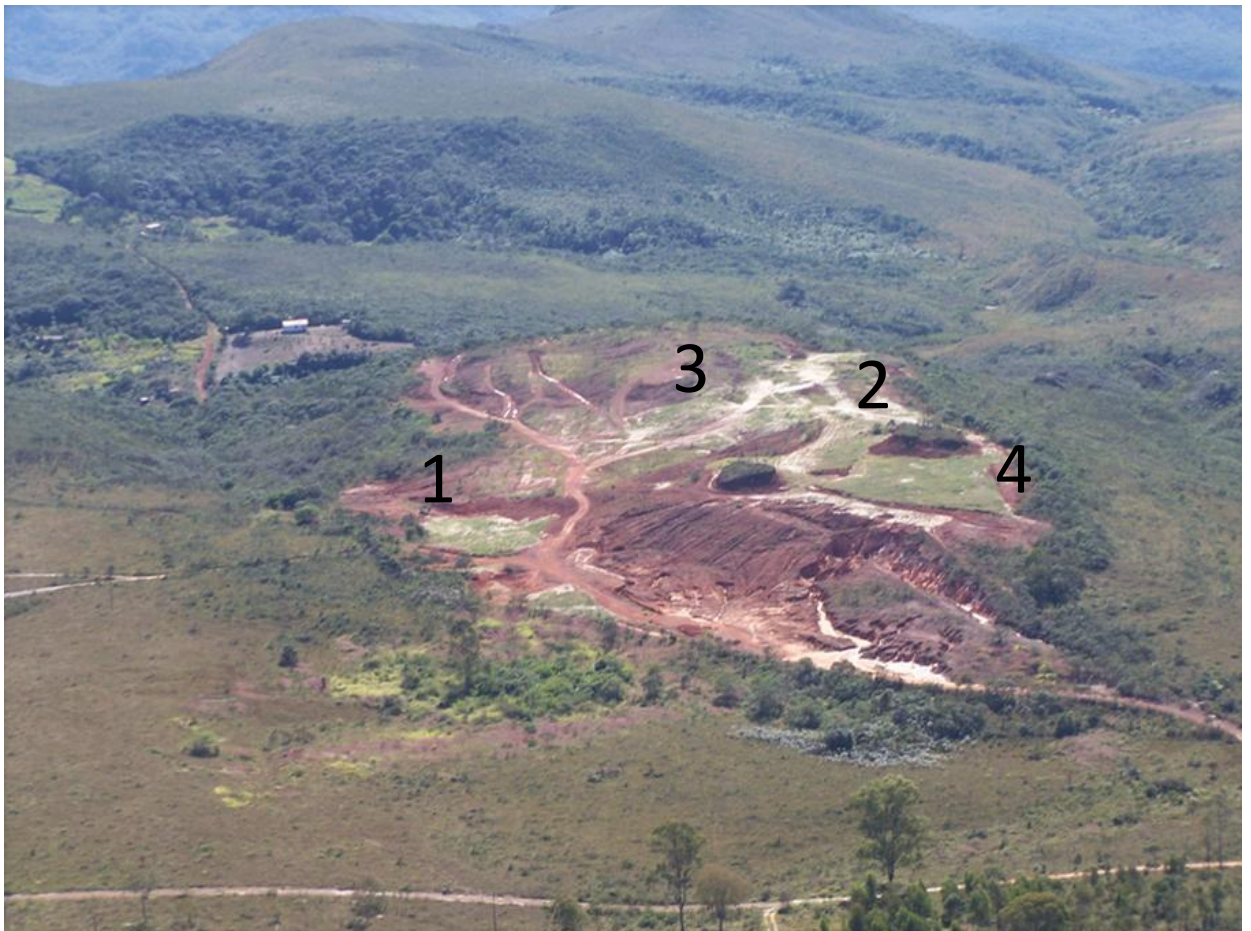


Foto: Imagem aérea da cascalheira 7 meses após a depositado o *topsoil* e dos quatro ambiente onde foi realizado o estudo, situada no Parque Estadual do Biribiri em Diamantina, MG.

ANEXOS B**Artigo I e III:****NORMAS PARA PUBLICAÇÃO DA PESQUISA AGROPECUÁRIA BRASILEIRA**

Disponível em: **<http://webnotes.sct.embrapa.br/pab/pab.nsf/FrInfoAutor>**

Artigos II e IV:**NORMAS PARA PUBLICAÇÃO DA REVISTA CIÊNCIA AGRONÔMICA**

Disponível em: **http://www.ccarevista.ufc.br/seer/autores_abr_2012.pdf**