

Regeneração Natural de Espécies Vegetais em Jazidas Revegetadas

Edilma Nunes de Jesus¹, Tássia Sales dos Santos², Genésio Tâmara Ribeiro³,
Maria Dolores Ribeiro Orge², Vívian Oliveira Amorim²,
Roberta Cristina Reis Correia Batista²

¹Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Sergipe – UFS, São Cristóvão/SE, Brasil

²Departamento de Ciências Exatas e da Terra, Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Alagoinhas/BA, Brasil

³Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Sergipe – UFS, São Cristóvão/SE, Brasil

RESUMO

A mineração provoca degradação intensa no ambiente. Em consequência dos impactos dessa atividade, a legislação determina a elaboração e execução de Planos de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs) como medida de reabilitação do ambiente degradado. O objetivo deste estudo foi realizar a avaliação de áreas de mineração reabilitadas com plantio de *Eucalyptus* sp. ou espécies arbóreas nativas, utilizando como parâmetros a composição, a diversidade florística implantada e as condições da regeneração natural. Foram identificadas 41 espécies distribuídas em 39 gêneros e 22 famílias. Observaram-se 16 espécies de novos regenerantes no conjunto das áreas. O levantamento florístico revelou menor diversidade na área com *Eucalyptus* sp. do que nas áreas revegetadas com espécies nativas. Assim, o uso de espécies nativas na recuperação de áreas degradadas se mostrou mais adequado à diversidade florística.

Palavras-chave: degradação, mineração, recuperação.

Natural Regeneration of Plant Species in Revegetated Mining Areas

ABSTRACT

Mining activities causes severe environmental degradation. In light of the activity impacts, the legislation determine the development and implementation of Recovery of Degraded Areas Plans (PRDA) as a measure to restore the degraded environment. This study aimed to evaluate the mining areas rehabilitated by planting *Eucalyptus* sp. or native species, using parameters such as composition, implanted floristic diversity and conditions of natural regeneration. We identified 41 species in 39 genera and 22 families, and noted 16 new regenerating species in the whole area. The floristic survey revealed lower diversity in the area with *Eucalyptus* sp. than in the area revegetated with native species. Thus, the use of native species in degraded land recovery was more appropriate due to the floristic diversity.

Keywords: degradation, mining, recovery.

1. INTRODUÇÃO

Em ecossistemas naturais, as atividades mineradoras provocam impactos intensos em virtude das alterações associadas a esse tipo de atividade. Dessa forma, a intervenção humana é imprescindível para que ações de recuperação das áreas degradadas possam ser realizadas (Parrota & Knowles, 2008; Sheoran et al., 2010).

A mineração degrada a paisagem ao remover a vegetação e as camadas do solo, promovendo alterações físicas, químicas e biológicas no meio. Uma das consequências da mineração é a drástica redução da regeneração natural na área, pois a exploração desses locais é realizada com máquinas pesadas, que comprometem severamente as condições do solo e as possibilidades de surgimento de novas espécies (Ferreira et al., 2010). Isto posto, as atividades de revegetação são fundamentais, para que assim o processo de recuperação ocorra nesses locais (Araújo, 2006; Fontes, 1991; Pereira et al., 2015).

Recuperar um ambiente minerado torna-se um desafio, principalmente com relação ao resgate da estrutura da vegetação, no tocante à sua composição e funções ecológicas. Além disso, estudos apontam que os trabalhos de recuperação de áreas mineradas são muitas vezes realizados de forma isolada, sem considerar as diversas interações, que influenciam a dinâmica da sucessão ecológica em ambientes atingidos por esse tipo de degradação (Carvalho, 2011; Suhartoyo et al., 2012).

A revegetação é o ponto de partida e pré-requisito obrigatório para a recuperação de ecossistemas. Para áreas mineradas, geralmente os objetivos da recuperação relacionam-se com a redução da erosão e a proteção dos solos. No entanto, a Recuperação de Áreas Degradadas (RAD) pela mineração é uma atividade complexa e não se restringe ao mero plantio para conter processos erosivos. Logo, é necessário selecionar as espécies vegetais características de cada região que possam suportar as condições da área, bem como acelerar a regeneração natural, objetivando reconstituir e intensificar os processos de sucessão que ocorreriam naturalmente (Dutra et al., 2002; Sheoran et al., 2010; Viani et al., 2010).

Entre as etapas previstas nos Programas de Recuperação de Áreas Degradadas (PRADs), a seleção adequada das espécies a serem implantadas pode ser considerada uma das fases fundamentais para o sucesso

dos trabalhos de recuperação (Rodrigues & Gandolfi, 1998). E a escolha do modelo de plantio mais adequado para cada área degradada depende de uma série de informações sobre aspectos ecológicos, estado de degradação, disponibilidade de mudas, dentre outras (Martins, 2007; Aumond et al., 2012).

Após a seleção do modelo a ser implantado é necessário avaliar se as atividades realizadas obtiveram sucesso ou não, e essas respostas são adquiridas a partir dos trabalhos de monitoramento da área em recuperação (Daronco et al., 2013). Nesse sentido, devido ao fato de o restabelecimento de espécies vegetais nativas em áreas mineradas ocorrer lentamente, é fundamental que seja avaliado até que ponto as metas e objetivos planejados foram alcançados e quando esses resultados poderão ser considerados satisfatórios (Almeida & Sánchez, 2015).

De acordo com os estudos de avaliação e monitoramento em RAD, as pesquisas sobre a comunidade vegetal em áreas de PRADs podem contribuir para o desenvolvimento de novas tecnologias e formas de manejo das áreas degradadas (Alday et al., 2014). E, segundo Bellotto et al. (2009), no monitoramento das áreas em recuperação, a regeneração natural é um indicador fundamental na avaliação de modelos de PRADs implantados.

Assim, as avaliações com base na regeneração natural trazem informações do restabelecimento da vegetação bem como dos processos ecológicos associados e ainda servem de base para ações de melhoria do PRADs, assegurando maior eficiência (Moreira, 2004; Mochiutti et al., 2008; Alday et al., 2011; Miranda-Neto et al., 2012). Nesse contexto, este trabalho objetivou avaliar comparativamente três modelos de plantio distintos de PRADs, com o uso de espécies nativas e exóticas em áreas mineradas, utilizando como principal indicador a regeneração natural e a diversidade florística associada entre as áreas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em quatro áreas mineradas (Copener, CP; Caboclo, CB; Rio Torto, RT; e Mangueira, MG), localizadas no município de Alagoinhas (Bahia, Brasil), 12°07'13"S e 38°24'35"W

(Figura 1), região denominada Agreste da Bahia e Território do Litoral Norte (IBGE, 2010). O clima é do tipo Af³, segundo a classificação de Köppen, com pluviosidade média anual de 1.469 mm e temperatura média de 24,2 °C, com máxima de 30 °C e mínima de 17,3 °C (IBGE, 2010).

As áreas de propriedade da empresa Bahia Specialty Cellulose (BSC) foram selecionadas pela semelhança no histórico de degradação: áreas mineradas para extração de cascalho na década de 1980. Os PRADs foram iniciados nas áreas a partir de 2006, com preparação do terreno e o plantio das mudas de espécies arbóreas, gramíneas e leguminosas em maio de 2007 (Copener Florestal, 2006).

Em cada jazida foram aplicados três modelos de plantio distintos, de acordo com o PRAD elaborado pela empresa BSC, áreas identificadas como: Copener (CP), Caboclo (CB), Rio Torto (RT) e Mangueira (MG), citadas anteriormente.

Na área de Copener (0,2 ha) fez-se o plantio de espécie exótica (*Eucalyptus* sp.) em espaçamento 2 x 2 m; nas áreas de Caboclo (0,13 ha) e Rio Torto

(3,91 ha) utilizou-se o plantio de espécies nativas em quincôncio, com espaçamento 3 x 1,5 m e plantio de enriquecimento, em espaçamento 4 x 4 m nos trechos da área que apresentavam algumas espécies vegetais já estabelecidas. Na jazida Mangueira (0,76 ha) fez-se o plantio de espécies nativas em quincôncio com espaçamento 3 x 1,5 m; plantio de enriquecimento em espaçamento 4 x 4 m nos locais onde ocorriam espécies vegetais; plantio de leguminosa rasteira e herbáceas nas entrelinhas de 0,8 metro de largura e plantio de gramíneas nas encostas e voçorocas (Tabela 1). Em todas as áreas, antes do plantio foi realizada a sistematização e preparo do terreno com equipamentos mecanizados (Copener Florestal, 2006).

No preparo do terreno para o plantio foram realizadas as atividades mecânicas de (i) escarificação mecânica do solo nas áreas que receberam o vermicomposto, com uso de um trator acoplado a escarificador; (ii) coveamento para a introdução das mudas, podendo as covas serem feitas manualmente, com auxílio de ferramentas ou com um trator com broca de perfuração, nas dimensões de 40 cm x 40 cm x 40 cm; e (iii) a correção do solo, após

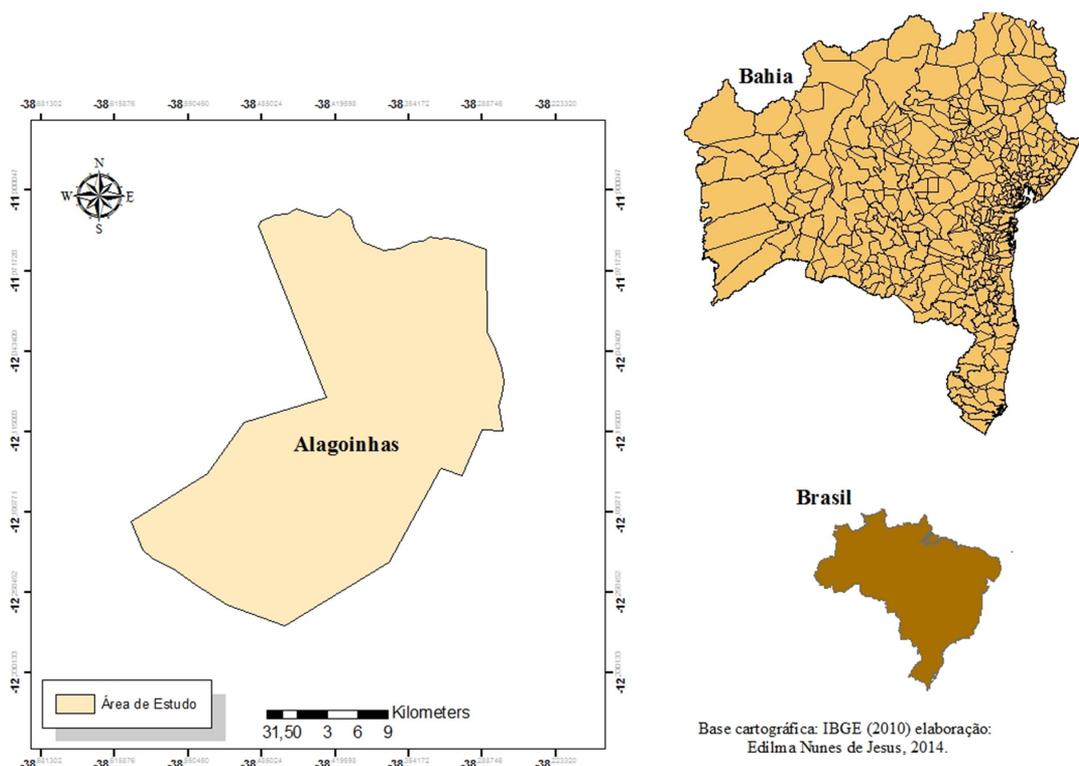


Figura 1. Mapa do município de Alagoinhas (Bahia, Brasil). Fonte: adaptada de CEI (1980).
Figure 1. Map of the city of Alagoinhas (Bahia, Brazil). Source: adapted from CEI (1980).

Tabela 1. Modelos implantados nas jazidas. Fonte: Copener Florestal (2006).**Table 1.** Models deployed in mined areas. Source: Copener Florestal (2006).

Área minerada	Modelo implantado
Copener	Modelo I: Atividades mecânicas e plantio de espécie exótica (<i>Eucalyptus</i> sp.) em espaçamento 2 m x 2 m.
Caboclo, Rio Torto	Modelo II: Ações mecânicas, plantio de espécies nativas em quincôncio com espaçamento 3 m x 1,5 m e plantio de enriquecimento em espaçamento 4 m x 4 m.
Mangueira	Modelo III: Atividades mecânicas e plantio de espécies nativas em quincôncio com espaçamento 3 m x 1,5 m, plantio de enriquecimento em espaçamento 4 m x 4 m, plantio de leguminosa rasteira e herbáceas em entrelinhas de 0,8 m de largura e plantio de gramíneas nas encostas e voçorocas.

análise química com calagem para correção do pH e adubação inicial composta de 150 g de fosfato natural depositado no fundo das covas das mudas (Copener Florestal, 2006).

Com a conclusão das atividades mecânicas, a empresa confeccionou uma lista de espécies vegetais nativas pioneiras, secundárias e climácicas (Tabela 2), que foram implantadas nas jazidas em maio de 2006, incluindo espécies de gramíneas [*Brachiaria decumbens* Stapf. e o capim touceira *Sporobolus indicus* (L.) R. Br.] associadas com leguminosas forrageiras (feijão guandu, *Cajanus cajan* L., e mucuna-preta *Mucuna* spp.) e *Eucalyptus* sp. (Copener Florestal, 2006).

A avaliação da comunidade vegetal foi feita nas quatro áreas de estudo através do estudo florístico quatro anos após o plantio, empregando-se o método qualitativo do “caminhamento” recomendado por Filgueiras et al. (1994). O método consiste em caminhadas aleatórias ao longo de uma ou mais linhas retas imaginárias, incluindo as bordas do fragmento, com a identificação das espécies de plantas encontradas. Durante as caminhadas foram feitas coletas de exemplares de plantas em estágio reprodutivo para herborização, conforme Fidalgo & Bononi (1984) e Mori et al. (1989).

As amostras das plantas coletadas foram levadas para o Herbário da Universidade do Estado da Bahia (HUNEB), onde foram preparadas em exsicatas e identificadas a partir de comparações com as exsicatas do acervo do herbário. Com base no levantamento realizado, lista e dados florísticos da região, como referência (Bastos, 2009; Brasil, 1981), avaliou-se o uso de espécies vegetais nativas e exóticas em cada modelo implantado. Verificou-se ainda o surgimento de indivíduos regenerantes, em cada local estudado. Consideraram-se como novos regenerantes espécimes vegetais jovens com altura entre 0,30-1,30 m encontrados

entre as linhas de plantio cujo nome não constava na lista original do PRAD e que não apresentavam coveamento na base (Castanho, 2009; Sorreano, 2002).

A ordenação das famílias e gêneros foi baseada no sistema APG II (2003). Quanto ao hábito, as espécies foram classificadas em arbóreas, arbustivas, subarbustivas, herbáceas e lianas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento florístico revelou um total de 41 espécies entre as que foram plantadas e as de regeneração natural. Entre as espécies encontradas havia 38 gêneros e 22 famílias representadas. As famílias Fabaceae, Asteraceae, Melastomataceae predominaram nas áreas, com 6, 5 e 4 espécies, respectivamente (Tabela 3). A maior representatividade da família Fabaceae justifica-se pelo fato deste grupo se destacar entre as famílias mais frequentes na Mata Atlântica (Rizzini, 1979). Além disso, espécies pertencentes a essa família possuem grande plasticidade ecológica, a qual permite que habitem ambientes em situações adversas (Araújo et al., 2006). E as famílias Asteraceae e Melastomataceae apresentam espécies consideradas pioneiras que habitam as bordas e clareiras de florestas, sendo frequentes em áreas antropizadas (Dutra et al., 2008; Rizzini, 1979). Estudo realizado por Esperança et al. (2011) em Itamarati, MG, também evidenciou predominância das famílias Fabaceae e Melastomataceae em áreas mineradas para extração de bauxita.

Outras pesquisas indicam espécies dessas famílias para plantio em solos degradados por que apresentam altas taxas de sobrevivência e facilidade de adaptação a ambientes degradados, contribuindo para a melhoria do solo e, conseqüentemente, para a instalação de outras espécies (Gonçalves et al., 2008; Rizzini, 1979).

Tabela 2. Espécies arbóreas selecionadas para recuperação nas áreas mineradas. Fonte: Copener Florestal (2006).
Table 2. Tree species selected for recovery in mined areas. Source: Copener Florestal (2006).

Nº	Nome vulgar	Nome científico	Família	GE
01	Aleluia	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H. S. Irwin e Barneby	Leguminosae-Caesalpinioideae	CL
02	Amescla	<i>Protium heptaphyllum</i> L. Marchand	Burseraceae	CL
03	Angico	<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	Leguminosae-Caesalpinioideae	CL
04	Aroeira	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Anacardiaceae	PI
05	Cajuí	<i>Anacardium</i> sp.	Anacardiaceae	CL
06	Canafístula	<i>Cassia grandis</i> L. f.	Leguminosae-Caesalpinioideae	CL
07	Candeia branca	<i>Gochmatia polymorpha</i> (Less)	Compositae	CL
08	Craibeira	<i>Tabebuia caraiba</i> Bureau	Bignoniaceae	CL
09	Crindiúva	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blum.	Ulmaceae	PI
10	Embaúba	<i>Cecropia pachystachya</i> Tricril	Cecropiaceae	PI
11	Falso ingá	<i>Lochoncarpus sericeus</i> (Poir) D. C.	Leguminosae-Caesalpinioideae	CL
12	Jatobá	<i>Hymenaea coubaril</i> L.	Leguminosae- Caesalpinioideae	CS
13	Lixeira	<i>Curatella americana</i> L.	Dilleniaceae	CI
14	Mau-vizinho	<i>Machaerium aculeatum</i> (Vell.) Stelfeld	Fabaceae	PI
15	Maçaranduba	<i>Persea pyrifolia</i> Ness	Lauraceae	CS
16	Mangaba	<i>Hancornia speciosa</i> Gomes	Araliaceae	CL
17	Maria-farinha	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Nyctaginaceae	PI
18	Miriró	<i>Bauhinia aculeata</i> L.	Leguminosae- Caesalpinioideae	CS
29	Mulungu	<i>Erythrina velutina</i> Jacq.	Leguminosae- Papilionoideae	PI
20	Murici	<i>Byrsonima verbascifolia</i> Rich. ex Juss.	Malpighiaceae	PI
21	Mutamba	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Sterculiaceae	PI
22	Pau-d'arco	<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	Bignoniaceae	CS
23	Pau-ferro	<i>Caesalpineia leiostachya</i> Bent.	Leguminosae-Caesalpinioideae	CL
24	Pau-pombo	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae	PI
25	Pau-sangue	<i>Machaerium scleroxlon</i> Tulasne	Leuminosae- Papilionoideae	CS
26	Pimenta-de-macaco	<i>Xylopia aromatica</i> Mart	Annonaceae	PI
27	Sabiá	<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i> L.	Leguminosae	PI
28	Sucupira	<i>Bowdichia virgilioides</i> H. B. K.	Leguminosae- Papilionoideae	PI
29	Eucalipto*	<i>Eucalyptus</i> sp.	Myrtaceae	CL

*planta exótica.

Considerando-se apenas o hábito de cada espécie de planta coletada nas quatro áreas em recuperação, das 41 espécies identificadas houve predominância de árvores, com 15 espécies (37%), seguidas de 10 arbustivas (24%), 8 de ervas (19%), 6 de subarbustos (15%) e duas espécies de lianas (5%) (Figura 2).

Foram coletados indivíduos novos regenerantes das seguintes espécies: *Aspilia foliosa*, *Baccharis salzimannii*, *Borreria verticillata*, *Comolia ovulifolia*, *Conocliniopsis prasiifolia*, *Croton campestris*, *C. sellowii*, *Eremanthus icanus*, *Evolvulus glomeratus*, *Miconia albicans*, *M. ciliata*, *M. pileata*, *Polygala glochidiata*, *Sebastiania myrtilioides*, *Solanum apiculatum* e *Tetracera breyniana*.

A contribuição da regeneração natural pelas famílias Asteraceae, Melastomataceae e Euphorbiaceae nas áreas indica a importância das espécies desses grupos

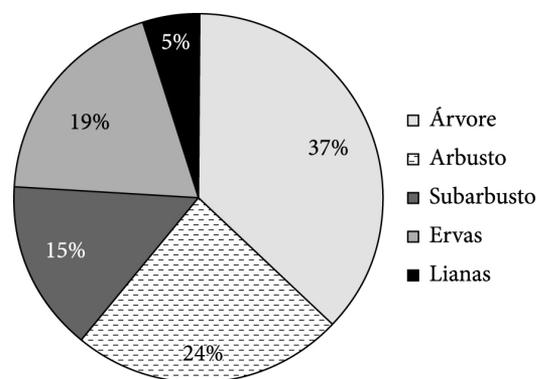


Figura 2. Distribuição por porte das espécies de plantas coletadas nas quatro áreas em recuperação – Copener, Caboclo, Rio Torto e Mangueira.

Figure 2. Distribution by size of plant species collected in the four areas in recovery - Copener, Caboclo, Rio Torto and Mangueira.

em condições de solos minerados e/ou degradados. Estudos indicam que as espécies pertencentes ao grupo das Asteraceae, Melastomataceae e Euphorbiaceae são de rápido crescimento, geralmente de estádios iniciais

de sucessão, e que podem contribuir para a formação da cobertura vegetal na área (Amaral et al., 2013; Jacobi et al., 2008). Resultados semelhantes foram encontrados por Lima (2008) ao estudar a regeneração

Tabela 3. Lista de espécies coletadas nas áreas Copener (CP), Caboclo (CB), Rio Torto (RT) e Mangueira (M). Hábito: árvore (AR), arbusto (AB), subarbusto (SUB), herbácea (HE) e liana (LI).

Table 3. List of species collected in areas Copener (CP), Caboclo (CB), Rio Torto (RT) and Hose (M). Habit: Tree (AR), bush (AB), subshrub (SUB), herbaceous (HE) and liana (LI).

Família	Espécie	Hábito	CP	CB	RT	M
1. Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L.	AR				X
	<i>Schinus terebentifolius</i> Raddi.	AR			X	X
2. Apocynaceae	<i>Himatanthus obovatus</i> (Müll. Arg.) Woodson	AR			X	X
3. Asteraceae	<i>Aspilia foliosa</i> (Gardner) Baker	HE	X	X	X	X
	<i>Baccharis salzmannii</i> D. C.	SUB		X		
	<i>Conocliniopsis prasiifolia</i> (DC) R. M. King e H. Rob.	HE		X	X	
	<i>Eremanthus icanus</i> (Less.) Less.	AB	X	X	X	X
	<i>Gochnatia oligocephala</i> (Gardner) Cabrera	AR		X	X	
4. Celastraceae	<i>Maytenus catingarum</i> Reissek	AB	X			X
5. Clusiaceae	<i>Kielmeyera reticulata</i> Saddi.	AR				X
6. Convolvulaceae	<i>Evolvulus glomeratus</i> Nees e Mart	HE		X		
7. Cyperaceae	<i>Rhychospora exaltata</i> Kunth	HE			X	
8. Dilleniaceae	<i>Tetracera breyniana</i> Schldtl	LI			X	X
9. Euphorbiaceae	<i>Croton campestris</i> A. St.-Hil.	SUB			X	X
	<i>Croton sellowi</i> Baill.	SUB	X	X	X	X
	<i>Sebastiania myrtilioides</i> (Mart.) Pax.	SUB			X	X
10. Fabaceae	<i>Abarema filamentosa</i> (Benth.) Pittier	AR			X	
(Mimosoideae)	<i>Acacia mangium</i> Willd	AR			X	
(Faboideae)	<i>cf. Andira fraxinifolia</i> Benth.	AR				X
(Mimosoideae)	<i>Mimosa somnians</i> Humb. e Bonpl. ex Willd.	AB				X
(Faboideae)	<i>Periandra mediterranea</i> (Vell.) Taub	AB		X	X	
(Faboideae)	<i>Swartzia apetala</i> Raddi.	AR		X	X	
11. Lamiaceae	<i>Hyptis fruticosa</i> Salzm. ex Benth.	AB		X		X
12. Lytraceae	<i>Cuphea brachiata</i> Koehne	SUB			X	
13. Malpighiaceae	<i>Byrsonima sericea</i> DC.	AR				X
14. Melastomataceae	<i>Comolia ovulifolia</i> (DC.) Triana	SUB	X			
	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	AB				X
	<i>Miconia ciliata</i> (Rich.) DC.	AB	X			X
	<i>Miconia pileata</i> DC.	AB		X		X
15. Myrtaceae	<i>Eucalyptus</i> sp.	AR	X	X	X	X
	<i>Psidium guajava</i> L.	AR				X
16. Ochnaceae	<i>Ouratea rotundifolia</i> (Gardner) Engl.	AR			X	
17. Poaceae	<i>Echinolaenia inflexa</i> (Poir) Chase.	HE			X	
	<i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R. Br.	HE			X	
18. Polygalaceae	<i>Coccoloba laevis</i> Casar.	AR				X
	<i>Polygala glochidiata</i> Kunth.	HE				X
19. Rubiaceae	<i>Borreria verticillata</i> cf. (L.) G. Mey.	HE		X		X
20. Sapindaceae	<i>Serjania salzmanniana</i> Schldtl.	LI	X			
	<i>Gomidesia jenzliana</i> O. Berg.	AR				X
21. Solanaceae	<i>Solanum apiculatum</i> Sendtn.	AB		X	X	
22. Trigoniaceae	<i>Trigonia nivea</i> Cambess.	AB			X	
Total	22 famílias	41 espécies		8	14	22

natural em uma área degradada por garimpo de ouro em Mato Grosso, na qual se evidenciou a predominância de espécies das famílias Clusiaceae, Euphorbiaceae, Melastomataceae e Solanaceae.

Nesse contexto é possível inferir que a regeneração natural apresenta extrema relevância como parâmetro ou indicador de áreas em processo de recuperação, pois a partir do surgimento e estabelecimento de novas espécies na área é possível avaliar se os processos sucessionais estão presentes e quais medidas podem ser tomadas para melhorar resultados do PRAD implantado (Souza, 2014; Reis et al., 2014).

Quanto aos modelos de plantio adotados nos PRADs (CP, CB, RT e MG), ocorreu uma variação na diversidade florística em cada área, registrando-se um gradiente crescente de diversidade entre Copener, com 6 famílias e 8 espécies; Caboclo, com 9 famílias e 14 espécies; Rio Torto, com 14 famílias e 22 espécies; e Mangueira, com 15 famílias e 24 espécies (Figura 3). Logo, a menor diversidade florística foi registrada na área Copener, com predominância do uso de espécies exóticas, enquanto a maior diversidade florística foi observada na área Mangueira, na qual se adotou uso exclusivo de espécies de plantas nativas (Figura 3).

Assim, o número de famílias e espécies nos PRAD que utilizaram espécies nativas, como nas áreas Caboclo, Mangueira e Rio Torto, foi maior do que no plantio homogêneo de *Eucalyptus* sp. adotado em Copener (Figura 3). De acordo com Nóbrega et al. (2009),

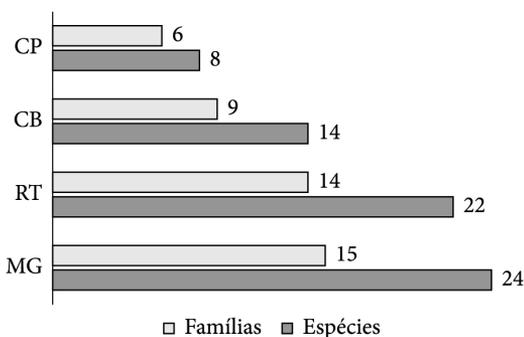


Figura 3. Número de espécies e famílias implantadas considerando-se os modelos de PRAD nas áreas em recuperação – Copener (CP), Caboclo (CB), Rio Torto (RT) e Mangueira (MG).

Figure 3. Number of species and families deployed considering the PRAD models in their respective areas in recovery - Copener (CP), Caboclo (CB), Rio Torto (RT) and Hose (MG).

plantios que utilizam espécies nativas têm maiores probabilidades de apresentar similaridade florística com as áreas naturais ao longo do tempo. Portanto, a revegetação de áreas mineradas deve observar em princípio o resgate da biodiversidade local, com a seleção e implantação de espécies nativas que suportem as condições áridas de substratos expostos, comuns a esse tipo de degradação (Corrêa, 2006; Ferreira et al., 2010).

Segundo Ferracin et al. (2010) e Fidalgo et al. (2009), plantios de recuperação de áreas degradadas que possuem espécies exóticas e que não realizam medidas de condução e retirada delas geralmente apresentam baixa diversidade, porque as espécies exóticas podem influenciar o desenvolvimento das mudas implantadas e o recrutamento de novas espécies. Porém, mesmo em áreas de plantio com espécies exóticas é possível, através do manejo desses indivíduos, ocorrer o incremento de diversidade florística com a regeneração natural ao longo do tempo (Fidalgo et al., 2009).

Resultados semelhantes aos desta pesquisa foram encontrados por Neri et al. (2005) ao compararem a regeneração de espécies nativas sob plantios de *Eucalyptus* spp. com a de uma área natural. Segundo os autores, a área amostrada contendo somente espécie exótica (*Eucalyptus* sp.) apresentou índice reduzido de diversidade, fato que foi relacionado às condições de sombreamento causado pelas espécies de *Eucalyptus*. Entretanto, Onofre et al. (2010), ao estudar a regeneração natural com espécies da Floresta Atlântica em um sub-bosque de *Eucalyptus saligna*, encontraram condições de riqueza e diversidade florística acima do esperado, fato justificado pela proximidade de um extenso remanescente de vegetação Atlântica que provavelmente foi fator fundamental para o aumento da biodiversidade.

Neste estudo, *Eucalyptus* sp. ocorreu em todas as áreas em recuperação. Segundo Araújo et al. (2008), as espécies exóticas, ao serem utilizadas nos PRADs, geralmente apresentam uma grande amplitude de dispersão, espalhando-se mais rapidamente e sobrepondo-se às espécies nativas, podendo mesmo formar manchas monoespecíficas na paisagem. Dessa forma, a presença de *Eucalyptus* sp. em todas as áreas, independentemente do modelo de PRAD adotado, pode ser explicada pelo comportamento ecológico de rápido crescimento e dispersão da espécie e pela localização, nas áreas adjacentes, de plantios homogêneos dessa espécie.

Espécies exóticas podem comprometer a restauração de áreas degradadas, pois algumas são de difícil controle e interferem no processo sucessional das espécies nativas (Costa & Durigan, 2010). De acordo com Assis et al. (2013), embora existam instrumentos legais para a regularização do uso de espécies exóticas, ainda é frequente o plantio desse tipo de espécie em áreas de PRAD.

Nesse contexto é necessário que sejam direcionados maiores esforços para pesquisas sobre os efeitos das espécies exóticas em plantios de PRAD e, por outro lado, que se incentive a maior produção de mudas de espécies nativas locais. Além disso, principalmente no contexto da recuperação de áreas mineradas, é necessário ainda que sejam analisadas alternativas de recuperação que apresentem maiores possibilidades de resgate da biodiversidade local.

4. CONCLUSÃO

A utilização de monopovoamentos de *Eucalyptus* sp. em PRADs não obteve a mesma intensidade e diversidade de espécies naturalmente regeneradas em relação às jazidas revegetadas com espécies nativas.

As famílias Fabaceae, Asteraceae e Melastomataceae apresentaram resultados efetivos, na representatividade de suas espécies, para a recuperação das áreas avaliadas. Portanto, é possível inferir que as espécies dessas famílias apresentam possibilidades de sobrevivência em substratos minerados.

Aspilia foliosa, *Baccharis salzmannii*, *Borreria verticillata*, *Comolia ovulifolia*, *Conocliniopsis prasiifolia*, *Croton campestris*, *C. sellowii*, *Eremanthus icanus*, *Evolvulus glomeratus*, *Miconia albicans*, *M. ciliata*, *M. pileata*, *Polygala glochidiata*, *Sebastiania myrtilioides*, *Solanum apiculatum* e *Tetracera breyniana* podem ser indicadas para recuperação de áreas mineradas na região de Alagoinhas, BA, principalmente pelo fato de ocorrerem em condições de regeneração natural de áreas mineradas.

Nesse sentido, a presença dessas espécies regenerantes agrega elementos significativos a ambientes degradados, como dispersão em circunstâncias adversas, resistência diante das condições alteradas do solo e, ainda, maiores possibilidades de germinação. Assim, esse conjunto de fatores sugere que estas são espécies promissoras para os PRADs locais.

AGRADECIMENTOS

A Empresa Copener Florestal Ltda. por todo apoio na realização deste trabalho. A FAPESB (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia) e a UNEB (Universidade do Estado da Bahia) pela concessão de bolsa de estudos para este projeto.

STATUS DA SUBMISSÃO

Recebido: 07 out., 2014

Aceito: 28 nov., 2015

AUTOR(ES) PARA CORRESPONDÊNCIA

Edilma Nunes de Jesus

Centro de Ciências Agrárias,
Universidade Federal de Sergipe – UFS,
Avenida Marechal Rondon, s/n, Rosa Elze,
CEP 49100-000, São Cristóvão, SE, Brasil
e-mail: edilmanunes@hotmail.com

REFERÊNCIAS

- Alday JG, Marrs RH, Martínez-Ruiz C. Vegetation succession on reclaimed coal wastes in Spain: The influence of soil and environmental factors. *Applied Vegetation Science* 2011; 14(1): 84-94. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1654-109X.2010.01104.x>.
- Alday JG, Santana VM, Marrs RH, Martínez-Ruiz C. Shrub-induced understory vegetation changes in reclaimed mine sites. *Ecological Engineering* 2014; 1(73): 691-698. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2014.09.079>.
- Almeida ROPO, Sánchez LE. Indicadores da qualidade do substrato para monitoramento de áreas de mineração revegetadas. *Floresta e Ambiente* 2015; 22(2): 153-163. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.072714>.
- Amaral WG, Pereira IM, Machado ELM, Oliveira PA, Dias LG, Mucida DP et al. Relação das espécies colonizadoras com as características do substrato em áreas degradadas na Serra do Espinhaço Meridional. *Bioscience Journal* 2013; 29(1): 1696-1707.
- Angiosperm Phylogeny Group – APG II. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 2003; 141(4): 399-436. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1095-8339.2003.t01-1-00158.x>.
- Araújo FS, Martins SV, Meira JAA No, Lani JL, Pires IE. Estrutura da vegetação arbustivo-arbórea colonizadora de uma área degradada por mineração de caulim, Brás

- Pires, MG. *Revista Árvore* 2006; 30(1): 107-116. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622006000100013>.
- Araújo GHMF. *Efeito do manejo sobre a qualidade do substrato e o desenvolvimento de espécies arbóreas do cerrado em uma cascalheira no Distrito Federal* [dissertação]. Brasília: Universidade de Brasília; 2006.
- Araújo GHS, Almeida JR, Guerra AJT. *Gestão ambiental de áreas degradadas*. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil; 2008.
- Assis GB, Sukanuma MS, Melo ACG, Durigan G. Uso de espécies nativas e exóticas na restauração de matas ciliares no estado de São Paulo (1957-2008). *Revista Árvore* 2013; 37(4): 599-609. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622013000400003>.
- Aumond JJ, Loch C, Comin JJ. Abordagem sistêmica e o uso de modelos para recuperação de áreas degradadas. *Revista Árvore* 2012; 36(6): 1089-1118. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622012000600011>.
- Bastos NG. *Levantamento florístico do remanescente florestal Araticum, localizado no município de Alagoinhas*. [trabalho de conclusão de curso]. Alagoinhas: Universidade do Estado da Bahia; 2009.
- Bellotto A, Gandolfi S, Rodrigues SRR. Principais iniciativas de restauração florestal na Mata Atlântica, apresentadas sob a ótica da evolução dos conceitos e dos métodos aplicados. In: RODRIGUES RR, BRANCALION PHS, ISERNHAGEM I. *Pacto pela restauração da Mata Atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal*. São Paulo: LERF/ESALQ; Instituto BioAtlântica; 2009.
- Brasil. Ministério de Minas e Energia. *Projeto Radam*. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia; 1981. Levantamento dos Recursos Naturais vol. 24.
- Carvalho RPB. Contribuições da análise de geossistemas na recuperação de áreas degradadas por mineração. *Caderno de Geografia* 21(36), 13-28, 2011.
- Castanho GG. *Avaliação de dois trechos de uma Floresta estacional Semidecidual restaurada por meio de plantio, com 18 e 20 anos no sudeste do Brasil* [dissertação]. Piracicaba: Universidade de São Paulo; 2009.
- Centro de Estatística e Informações – CEI. *Informações básicas dos municípios baianos: por microrregiões homogêneas*. Salvador: SEPLANTEC; 1980. v. 5.
- Copener Florestal. *Programa de recuperação de áreas degradadas*. Alagoinhas: Copener Florestal Ltda; 2006.
- Corrêa RS. *Recuperação de áreas degradadas pela mineração no cerrado: manual para revegetação*. Brasília: Universa; 2006.
- Costa JNMN, Durigan G. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (Fabaceae): invasora ou ruderal? *Revista Árvore* 2010; 34(5): 825-833. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000500008>.
- Daronco C, Melo AC, Durigan G. Ecosistema em restauração versus ecossistema de referência: estudo de caso da comunidade vegetal de mata ciliar em região de Cerrado, Assis, SP, Brasil. *Hoehnea* 2013; 40(3): 485-498. <http://dx.doi.org/10.1590/S2236-89062013000300008>.
- Dutra GC, Botelho SA, Ferreira CAG, Davide AC. Avaliação do crescimento de espécies arbóreas plantadas em duas estratégias de recuperação de áreas degradadas pela mineração. In: *Anais do V Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas "Água e Biodiversidade"*; 2002; Belo Horizonte. Belo Horizonte: SOBRADE; 2002. p. 331-333.
- Dutra VF, Garcia FCP, Lima HC, Queiroz LP. Diversidade florística de Leguminosae Adans. em áreas de campos rupestres. *Megadiversidade* 2008; 4(1): 117-125.
- Esperança AAF, Demolinari RA, Soares CE, Martins SV, Miranda A No. Caracterização fitossociológica da regeneração natural de uma área restaurada após a mineração de bauxita, em Itamarati- Minas, MG. In: *Resumo do Congresso Brasileiro de Reflorestamento Ambiental*; 2011; Guarapari, ES: SESC Centro de Turismo; 2011. p. 1-8.
- Ferracin TP, Silva VT, Medri PS, Bianchini E, Pimenta JA, Torezan JMD. Comparação de parâmetros bióticos e abióticos entre fragmento de floresta secundária nativa e um reflorestamento de *Pinus taeda* L. *Semina: Ciências Biológicas e da Saúde* 2010; 31(2): 179-188.
- Ferreira WC, Botelho SA, Davide AC, Faria JM, Ferreira DF. Regeneração natural como indicador da recuperação de área degradada a jusante da usina hidrelétrica de Camargos, MG. *Revista Árvore* 2010; 34(4): 651-660. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000400009>.
- Fidalgo AO, Alcântara RP, Caldiron GT. Parâmetros de crescimento na avaliação de uma floresta implantada em uma restinga degradada pela mineração. *Revista Brasileira de Biociências* 2009; 7(4): 382-386.
- Fidalgo O, Bononi VLR. *Técnica de coleta, preservação e herboração de material botânico*. São Paulo: Instituto de Botânica; 1984.
- Filgueiras TS, Brochado AL, Nogueira PE, Gualla Ii GF. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. *Caderno Geociência* 12:39-43, 1994.
- Fontes MPF. Estudo pedológico reduz impacto da mineração. *Revista da Cetesb de Tecnologia Ambiente* 1991: 58-61.
- Gonçalves JLM, Nogueira LR, Ducatti F. Recuperação de solos degradados. In: Kageyama PY, Oliveira RE, Moraes LF, Engel VL, Gandara FB. *Restauração ecológica de ecossistemas naturais*. Botucatu: FEPAF; 2008. p. 307-330.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE [online]. Rio de Janeiro: IBGE; 2010. [citado em 2010 fev. 5]. Disponível em: www.ibge.gov.br
- Jacobi M, Carmo FF, Vincent RC. Estudo fitossociológico de uma comunidade vegetal sobre Canga como subsídio para a reabilitação de áreas mineradas no Quadrilátero

- Ferrífero, MG. *Revista Árvore* 2008; 32(2): 345-353. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622008000200017>.
- Lima EP. *Florística e estrutura de uma área degradada por garimpo de ouro abandonado e do remanescente florestal de entorno, no município de Alta Floresta-MT* [dissertação]. Sinop: Universidade do Estado de Mato Grosso; 2008.
- Martins SV. *Recuperação de matas ciliares*. 2. ed. Viçosa: CPT; 2007.
- Miranda-Neto A, Martins SV, Silva KA, Gleriani JM. Estrato de regeneração natural de uma floresta restaurada com 40 anos. *Pesquisa Florestal Brasileira* 2012; 32(72): 409-420. <http://dx.doi.org/10.4336/2012.pfb.32.72.409>.
- Mochiutti S, Higa AR, Simon AA. Fitossociologia dos estratos arbóreo e de regeneração natural em um povoamento de Acácia-Negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) na região da floresta estacional semidecidual do Rio Grande do Sul. *Ciência Florestal* 2008; 18(2): 207-222.
- Moreira PR. *Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas a recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, Poço de Caldas, MG* [tese]. São Paulo: Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"; 2004.
- Mori SA, Mattos-Silva LA, Lisboa G, Coradin L. *Manual de manejo do herbário fanerogâmico*. 2. ed. Ilhéus: CEPLAC; 1989.
- Neri AV, Campos EP, Duarte TG, Meira JAA No, Silva AF, Valente GE. Regeneração de espécies nativas lenhosas sob o plantio de Eucalyptus em área de Cerrado na Floresta Nacional de Paraopeba, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 2005; 19(2): 369-376. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062005000200020>.
- Nóbrega AM, Valeri SV, Paula RC, Pavani MCMD, Silva SA. Banco de sementes de remanescentes naturais e de áreas reflorestadas em uma área várzea do rio Mogi-Guaçu-SP. *Revista Árvore* 2009; 33(3): 403-411.
- Onofre FF, Engel VL, Cassola H. Regeneração natural de espécies da Mata Atlântica em sub-bosque de Eucalyptus saligna Smith. em uma antiga unidade de produção florestal no Parque das Neblinas, Bertioga, SP. *Scientia Forestalis* 38(85):39-52, 2010.
- Parrota JA, Knowles OH. Restauração florestal em áreas de mineração de bauxita na Amazônia. In: Kageyama PY, Oliveira RE, Moraes LF, Engel VL, Gandara FB, organizadores. *Restauração ecológica de ecossistemas naturais*. Botucatu: FEPAF; 2008. p. 307-330.
- Pereira IM, Gonzaga APD, Machado ELM, Oliveira MLR, Marques IC. Estrutura da vegetação colonizadora em ambiente degradado por extração de cascalho em Diamantina, MG. *Pesquisa Florestal Brasileira* 2015; 35(82): 77-88. <http://dx.doi.org/10.4336/2015.pfb.35.82.769>.
- Reis DN, Davide AC, Ferreira DF. Indicadores preliminares para avaliação da restauração em reflorestamentos de ambientes ciliares. *Pesquisa Florestal Brasileira* 2014; 34(80): 375-389. <http://dx.doi.org/10.4336/2014.pfb.34.80.757>.
- Rizzini CT. *Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira*. São Paulo: Edgard Blücher; 1979.
- Rodrigues RRR, Gandolfi S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: Dias LE, Mello JWV. *Recuperação de áreas degradadas*. Viçosa: Sobrade/UFV; 1998. p. 203-215.
- Sheoran V, Sheoran AS, Poonia P. Soil reclamation of abandoned mine land by revegetation: a review. *The International Journal of Soil, Sediment and Water: Documenting the Cutting Edge of Environmental Stewardship* 2010; 3: 1-20.
- Sorreano MCM. *Avaliação de aspectos da dinâmica de florestas restauradas, com diferentes idades* [dissertação]. Piracicaba: Universidade de São Paulo; 2002.
- Souza LM. *Regeneração natural como indicador da sustentabilidade em áreas em processo de restauração* [tese]. Lavras: Universidade Federal de Lavras; 2014.
- Suhartoyo H, Munawar A, Wiryono. Returning biodiversity of rehabilitated forest on a coal mined site at Tanjung Enim, South Sumatra. *Proceedings of the Society for Indonesian Biodiversity – International Conference* 2012; 1: 126-130.
- Viani RAG, Durigan G, Melo ACG. A regeneração natural sob plantações florestais: desertos verdes ou redutos de biodiversidade? *Ciência Florestal* 2010; 20(3): 533-552. <http://dx.doi.org/10.5902/198050982067>.