

AVALIAÇÃO DA REGENERAÇÃO NATURAL DE ESPÉCIES VEGETAIS LENHOSAS EM ÁREAS EM PROCESSO DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA.

Mauro dos Santos ZAVARIZE¹; Edilane ROCHA-NICOLEITE²; Thuany MACHADO³; Eduardo Gaidzinski RABELLO⁴.

¹SATC, mauro.zavarize@satc.edu.br; ²SATC, edilane.rocha@satc.edu.br; ³SATC, tucaciebio@hotmail.com; ⁴Carbonífera Catarinense, Dudugr@gmail.com

RESUMO

A atividade de mineração provoca impactos intensos em virtude das alterações associadas a esse tipo de atividade especialmente quando avaliado à longo período de tempo e reduzida fiscalização. Na região sul de Santa Catarina os impactos causados pela mineração de carvão às matas ciliares incluem substituição da vegetação e do solo por materiais contaminantes que em contato com o ar e água liberam drenagem ácida provocando a contaminação dos recursos hídricos. Este trabalho objetivou avaliar áreas em processo de recuperação ambiental após mineração de carvão a céu aberto em seis áreas que sofreram o mesmo processo de mineração e recuperação, e avaliar a evolução do número de espécies regenerando natural em um período de quatro anos. Para isso foram relacionado o número de regenerantes com a cobertura herbácea que foi estimada a partir da definição de classe de cobertura. A área coberta pela vegetação foi estimada considerando duas categorias de vegetação: herbáceas exóticas que são as espécies introduzidas durante a execução do projeto de restauração da área; e herbáceas nativas que são as espécies que estão colonizando a área de forma espontânea. As áreas em processo de recuperação ambiental, estão situadas no município de Lauro Müller (SC), e para cada área foram instaladas parcelas de 5 x 5 m dentro dos limites da área de preservação permanente, totalizando 1.325m² de área amostrada. Onde foram encontrados 88 indivíduos na primeira avaliação e 384 indivíduos na segunda, sendo que o gênero *Baccharis sp.* foi o que apresentou a maior abundância. Ainda há um número reduzido de indivíduos e baixa riqueza de espécies regenerando naturalmente na área. No entanto apesar da matriz paisagística em que a área se encontra ser fragmentada observamos plântulas de árvores se desenvolvendo dentro das unidades amostrais, demonstrando possibilidade de incremento da riqueza e abundância de regeneração natural no decorrer dos próximos anos de monitoramento.

Palavras-chave: Regeneração. Mineração de Carvão. Restauração.

ABSTRACT

*The mining activity cause an intense impact due to the changes associated with this type of activity especially when it has been evaluated over a long period and a reduced inspection. In the southern region of Santa Catarina, impacts caused by coal mining to the riparian forests include replacement of vegetation and soil by contaminating materials that in contact with the air and water release acid drainage, causing contamination of water resources. The objective of this work was to evaluate areas in the process of environmental recovery after open coal mining in six areas that underwent the same mining and recovery process and to evaluate the evolution of the number of natural regenerating species over four years. For this, the number of regenerations with the herbaceous covers that was estimated from the definition of coverage class was related. The area covered by vegetation was estimated considering two categories of vegetation: exotic herbaceous species that are introduced during the execution of the restoration project of the area and the native herbaceous species that are colonizing the area spontaneously. The areas in the process of environmental recovery are located in the municipality of Lauro Müller (SC), and for each area 5 x 5 m parcels were installed within the limits of the permanent preservation area, totaling 1,325 m² of area sample, where 88 individuals were found in the first evaluation and 384 individuals in the second one, and the genus *Baccharis sp.* was the one that presented the greatest abundance. There are still a small number of individuals and low species richness regenerating naturally in the area. However, in spite of the landscape matrix in which the area is fragmented, we observed tree seedlings developing within the sample units, demonstrating the possibility of increasing the abundance and abundance of natural regeneration during the years of monitoring.*

Key words: Regeneration. Coal Mining. Restoration.

1 INTRODUÇÃO

A mineração degrada a paisagem ao remover a vegetação e as camadas do solo, promovendo alterações físicas, químicas e biológicas no meio, sendo que 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).

Segundo o item 3.5 dos critérios técnicos para recuperação das áreas degradadas, os locais de APP devem ser recuperados com espécies arbóreas típicas do bioma Mata Atlântica, e ainda, que ocorram na Floresta Ombrófila Densa. E o solo deve ser coberto por espécies herbáceas nativas atingindo cobertura superior a 95% (Brasil 2010).

O monitoramento da flora consiste em coletar informações ecológicas e sucessionais da comunidade vegetal da área em recuperação, visando sua classificação quanto ao estágio de desenvolvimento da comunidade. E segundo Bellotto et al. (2009), no monitoramento das áreas em recuperação, a regeneração natural é um indicador fundamental na avaliação do sucesso do projeto e de modelos de PRADs implantados.

2 OBJETIVOS

As avaliações com base na regeneração natural trazem informações do restabelecimento da vegetação bem como dos processos ecológicos associados a recuperação de área degradadas, assegurando maior eficiência e ainda servem de base para ações de melhoria dos novos projetos. Nesse contexto, este trabalho objetivou avaliar áreas em processo de recuperação ambiental após mineração de carvão a céu aberto em seis áreas que sofreram o mesmo processo de mineração e recuperação, e avaliar a evolução do número de espécies em regeneração natural em um período de quatro anos correlacionando o número de regenerantes com a cobertura herbácea.

3 METODOLOGIA

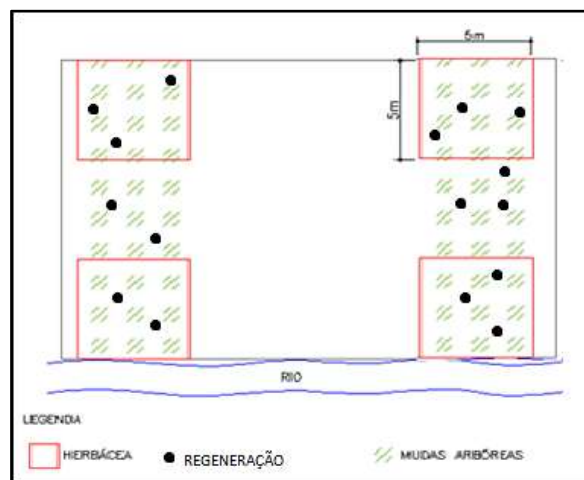
As técnicas utilizadas para o levantamento de dados em campo e para as análises destes dados foram escolhidas tendo como objetivo verificar se os critérios técnicos foram alcançados e se a sucessão

ecológica evoluiu após os trabalhos de revegetação da área. Os resultados abordados aqui são referentes a regeneração natural da vegetação ciliar e a cobertura do solo da vegetação ciliar.

A identificação taxonômica do material botânico foi feita com base na bibliografia especializada. As espécies de Magnoliophyta foram agrupadas nas famílias reconhecidas pelo *Angiosperm Phylogeny Group* (APG III, 2009).

Para regeneração natural e a cobertura do solo foram avaliadas seis áreas em processo de recuperação ambiental, situadas no município de Lauro Müller (SC). Em cada área foram instaladas parcelas de 5 x 5 m dentro dos limites da APP (Figura 01). A quantidade de parcela foi de acordo com o tamanho de cada área, sendo que somente na área "B" foram três parcela, no restante das áreas foi possível a instalação de dez parcela cada.

Figura 01: Desenho amostral implantado para o levantamento da cobertura e regeneração natural.



Fonte: CTCL (2017)

A regeneração natural foi avaliada considerando a abundância e a riqueza de espécies lenhosas com altura mínima de um metro, salvo as mudas introduzidas, as espécies exóticas que estão crescendo dentro das parcelas com altura maior ou inferior a um metro foram incluídas.

Para analisar os dados de regeneração natural comparamos a riqueza de espécies e a abundância das espécies em um período de quatro anos (entre a primeira avaliação em 08/2012 e 08/2016), com as avaliações realizadas foi possível verificar quais espécies arbóreas estão sendo recrutadas na

comunidade ou excluída, e se estas espécies estão aumentando sua população.

A cobertura total do solo foi estimada com base na matéria seca presente nas parcelas, a área coberta pela vegetação foi estimada considerando duas categorias de vegetação: herbáceas exóticas, são as espécies introduzidas durante a execução do projeto de restauração da área. Herbáceas nativas, são as espécies que estão colonizando a área de forma espontânea.

Para avaliar a evolução da cobertura total do solo comparamos a média da cobertura total entre as duas avaliações. Para verificar se está havendo substituição das espécies exóticas introduzidas por espécies herbáceas nativas, analisamos se está havendo aumento da média de cobertura das classes de vegetação (herbácea exótica e herbácea nativa) e comparamos as médias de cobertura entre as classes para as duas avaliações realizadas.

A avaliação e o monitoramento de áreas em processo de restauração são etapas fundamentais e decisivas de todo e qualquer projeto de restauração ecológica, embora essas atividades não sejam

rotineiramente incorporadas à maioria dos projetos em andamento no Brasil (Brancalion et al, 2010).

O esforço amostral total aplicado para o levantamento da regeneração natural foi de 1.325 m², em 53 parcelas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os resultados obtidos para a regeneração natural, foram amostrados 88 indivíduos na primeira avaliação e 384 indivíduos na segunda, sendo que *Baccharis sp* foi o que apresentou o maior número de indivíduos nas duas avaliações (Tabela 01, Figura 02).

Neste estudo, *Baccharis sp.* ocorreu em todas as áreas em recuperação, a presença de *Baccharis sp.* em todas as áreas, pode ser explicada pelo comportamento ecológico de rápido crescimento e dispersão e sendo uma espécie subarborescente perene que se desenvolve na região principalmente ocupando áreas de pastagens e abandonadas onde se torna indesejável pelo fato de rebrotar com facilidade após a roçada.

Tabela 1 - Tabela 1: Comparação da abundância de cada espécie entre a 1ª e 9ª relatório de monitoramento da Área de Preservação Permanente. (*) espécies nativas provenientes da regeneração natural, (**) espécie nativa com largo nicho ecológico e alto potencial de competição, (***) espécies exóticas introduzida ou proveniente da regeneração, localizada no município de Lauro Muller.

Espécies	A	B	C	D	E	F
<i>Baccharis sp</i> **	55	11	16	3	120	37
<i>Pinus sp.</i> ***			1	60	7	
<i>Eucalyptus sp</i> ***.	3			10	3	
<i>Ludwigia sp.</i> *		4				10
<i>Croton celtidifolius</i> Baill. **		7			4	
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze **		9				
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi *		8				
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult. *		4				
<i>Baccharis sp</i> 3**		3				
Indeterminada		3				
<i>Baccharis sp</i> 1**		2				
<i>Baccharis sp</i> 2**		1				
<i>Fabaceae</i> *		1				
<i>Myrsine lorentziana</i> (Mez) Arechav.*		1				
<i>Tibouchina sp</i> *			1			
Total Geral	58	54	18	73	134	47

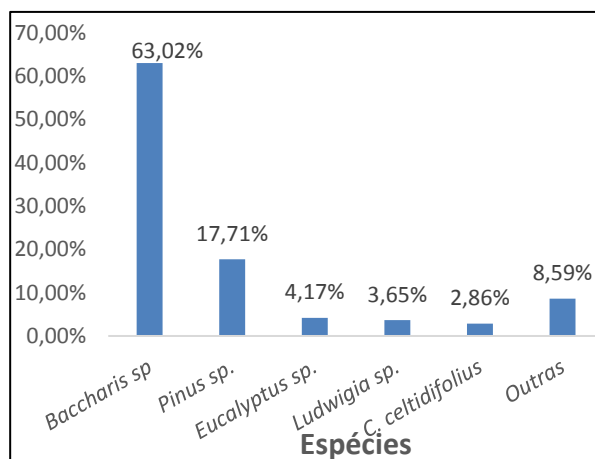
Fonte: CTCL (2017)

Pinus sp. e *Eucalyptus sp.* ocorreram em quatro áreas em recuperação. Segundo Araújo et al. (2008), as espécies exóticas, geralmente apresentam uma grande amplitude de dispersão, espalhando-se mais rapidamente e sobrepondo-se às espécies nativas, podendo mesmo formar manchas homogêneas na paisagem. Dessa forma, a presença de *Pinus sp.* e *Eucalyptus sp.*, pode ser explicada pelo comportamento ecológico de rápido crescimento e dispersão da espécie e pela localização, nas áreas adjacentes, de plantios homogêneos dessa espécie próximo as áreas.

A comparação da evolução dos resultados obtidos para cada espécie entre os dois relatórios de monitoramento (Figura 02), as espécies são importantes para a interpretação dos dados devido a forma com que colonizaram a área e suas características ecológicas. E, ainda, estão apresentadas em tabela devido à grande discrepância de resultados em relação as demais áreas.

A regeneração natural tem importante função no processo de sucessão ecológica, pois as espécies que estão regenerando naturalmente na área irão compor a comunidade de árvores no futuro e garantirão a sustentabilidade do projeto de recuperação.

Figura 02; Percentual de espécies regenerando na área de preservação permanente no período de quatro anos.



Fonte: CBCM (2017).

Dentre as espécies que foram encontrados existe três tipos diferentes de estratégia de dispersão sendo elas Zoocórica –as sementes são transportadas por animais de forma ativa ou passiva, Anemocórica – os frutos são secos e deiscentes, com sementes pequenas e leves, normalmente apresentando estruturas aerodinâmica que auxiliam seu transporte pelo vento. Autocórica – é o mecanismo de dispersão pela própria planta, que lança suas sementes por algum mecanismo que lança a semente ou apenas libera a semente de dentro do fruto.

No presente estudo, do total de espécies analisadas, o tipo de dispersão anemocórica (realizada pelo vento) caracterizou a maioria das espécies (61,53%), zoocórica destacou-se com 23,07%, seguida da autocória, com 15,38%.

De acordo com Santos et al. (2003) em dois fragmentos florestais, da região carbonífera catarinense, observou-se que o percentual de espécies anemocóricas diminuiu para o ecossistema mais preservado, aumentando significativamente o percentual de espécies dispersas pelos animais.

Tabela 02 - Informações quantitativas e ecológicas das espécies regenerando na Área de Preservação Permanente, localizada no município de Lauro Muller, onde Arb: Arbusto, A: Árvore.

Família	Espécies	Origem	Dispersão	Forma de vida
Asteraceae	<i>Baccharis sp.</i>	Nativa	Anemocórica	Arb
Pinaceae	<i>Pinus sp.</i>	Exótica	Anemocórica	A
Myrtaceae	<i>Eucalyptus sp.</i>	Exótica	Anemocórica	A
Acanthaceae	<i>Ludwigia sp.</i>	Nativa	Anemocórica	Arb
Euphorbiaceae	<i>Croton celtidifolius</i> Baill.	Nativa	Autocórica	A
Fabaceae	<i>Mimosa bimucronata</i> DC. Kuntze	Nativa	Autocórica	A
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Nativa	Zoocórica	A

Primulácea	<i>Myrsine coriácea</i> (Sw.) R.Br.	Nativa	Zoocórica	A
Asteraceae	<i>Baccharis sp 3</i>	Nativa	Anemocórica	Arb
-	<i>Indeterminada 01</i>	-	-	-
Asteraceae	<i>Baccharis sp 1</i>	Nativa	Anemocórica	Arb
Asteraceae	<i>Baccharis sp 2</i>	Nativa	Anemocórica	Arb
Fabaceae	<i>Fabaceae</i>			
Primulácea	<i>Myrsine lorentziana</i> (Mez) Arechav	Nativa	Zoocórica	A
Melastomataceae	<i>Tibouchina sp</i>	Nativa	Anemocórica	Arb

Fonte: CTCL (2017)

O esforço amostral aplicado para o levantamento da cobertura herbácea do solo nas áreas foi de 1.325 m², dentro da faixa de mata ciliar, onde o percentual médio de cobertura do solo das 53

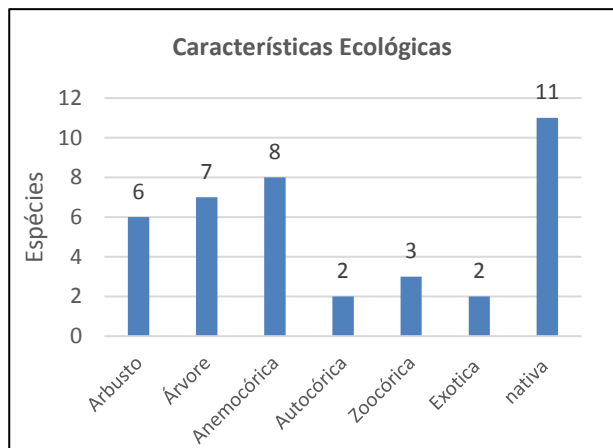
parcelas avaliadas foi de 98,81%, as espécies herbáceas exóticas cobrem, em média, 60,39% e as espécies herbáceas nativas representaram em média 32,75% da cobertura. Nas cinco áreas avaliadas o solo encontra-se totalmente coberto (Tabela 03).

Tabela 03 – Cobertura média por classe de vegetação da 1ª a 9ª avaliação da Área de Preservação Permanente, localizada no município de Lauro Muller.

Avaliações	Herb. Exótica (%)	Herb. Nativa (%)	Cobertura TOTAL (%)
1	76,43	11,17	98,85
9	44,04	54,75	98,79
Total Geral	60,39	32,75	98,81

Fonte: CTCL (2017)

Figura 03: Características ecológicas das espécies regenerando naturalmente nas áreas monitoradas no município de Lauro Muller.



Fonte: CTCL (2017)

A área de estudo, encontra-se coberta por vegetação herbácea, em alguns locais no interior de algumas áreas nota-se a diminuição de gramíneas devido ao sombreamento, fator importante para dar sequência ao processo de sucessão ecológica.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A família Asteraceae apresentou resultados efetivos, na representatividade de suas espécies, para a recuperação das áreas avaliadas. Portanto, é

possível inferir que as espécies dessa família apresentam possibilidades de sobrevivência em áreas mineradas.

Ainda a um número reduzido de indivíduos e poucas espécies estão regenerando naturalmente na área, apesar da matriz paisagística em que a mata ciliar se encontra observamos plântulas de árvores se desenvolvendo dentro das unidades amostrais, portanto esperamos que nos monitoramentos futuros estas plantas se enquadrem na categoria de regeneração natural.

As espécies regenerando não são apenas nativas, e seu número é insuficiente em praticamente total a área.

6 REFERÊNCIAS

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.

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.

BRANCALION, P.H.S.; VIANI, R.A.G.; RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. **Avaliação e Monitoramento de Áreas em Processo de Restauração**. In: Martins,

S.V. (Org.). Restauração ecológica de ecossistemas degradados. 1ed. Viçosa: UFV, 2012, p. 262-293.

BRASIL. Justiça Federal. 1ª Vara Federal de Criciúma, SC. Processo nº 2000.72.04.002543-9. Autor: Ministério Público Federal. Réu: Nova Próspera Mineração S.A. e outros. Recuperação dos passivos ambientais decorrentes da mineração de carvão no sul do Estado de Santa Catarina. **Critérios Para Recuperação ou Reabilitação de Áreas Degradadas pela Mineração de Carvão**. Revisão 07. Criciúma, nov. 2015a. 20 p.

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.

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.

SANTOS, R.; LEAL-FILHO, L. S.; CITADINI-ZANETTE, V. Reabilitação de ecossistemas degradados pela mineração de carvão a céu aberto em Santa Catarina, Brasil. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**, BT/PMI/205, p. 1-20, 2003.

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>.

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.