

## INDICADORES DE DESENVOLVIMENTO DE VEGETAÇÃO EM ÁREAS DEGRADADAS/RECUPERADAS

**Deise Cristiane Trevisan<sup>1</sup>, Carolina Nucci Stetner<sup>1</sup>, Rozaldivo de Castro Pereira<sup>1</sup>,  
Maria Regina de Aquino Silva<sup>2</sup>, Eduardo Jorge de Brito Bastos<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universidade do Vale do Paraíba/Engenharia Ambiental, Av.: Shishima Hifumi, 2911, Urbanova. São José dos Campos - SP. E-mail: [deise\\_trevisan@yahoo.com.br](mailto:deise_trevisan@yahoo.com.br); [nucci3@hotmail.com](mailto:nucci3@hotmail.com);

[pereira\\_castro@yahoo.com.br](mailto:pereira_castro@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Universidade do Vale do Paraíba / Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Av.: Shishima Hifumi, 2911, Urbanova. São José dos Campos - SP. E-mail: [mregina@univap.br](mailto:mregina@univap.br)

<sup>3</sup>Universidade do Vale do Paraíba / Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Av.: Shishima Hifumi, 2911, Urbanova. São José dos Campos - SP. E-mail: [ebbastos@univap.br](mailto:ebbastos@univap.br)

**Resumo** - A Fazenda Santana do Poço, no município de Jacareí/SP, tem na sua área, uma parcela apresentando lagoas resultantes do processo de mineração de areia, o qual ocorreu nos anos de 1970 a 1990. A Fundação Valeparaibana de Ensino (mantenedora da Universidade do Vale do Paraíba) tendo a posse desta fazenda e assumindo as obrigações legais deixadas por estes empreendimentos, estabeleceu o Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas previsto por lei no Decreto Federal 97.632 e na Resolução Estadual SMA 18/89. O ambiente em estudo é uma área cujo reflorestamento teve início em 2004 sendo as análises de micronutrientes do solo iniciadas no ano de 2006. O presente trabalho teve como objetivo analisar os indicadores de desenvolvimento de vegetação, com a finalidade de avaliar as modificações ocorridas no reflorestamento de mata ciliar no entorno das lagoas de mineração.

**Palavras-chave:** Indicadores, desenvolvimento, vegetação.

**Área do Conhecimento:** Engenharia Ambiental

### Introdução

No Vale do Paraíba, o desenvolvimento social e econômico se faz necessário mediante o crescimento populacional e industrial da região sendo esperado e estimulado por toda a sua população. Todavia, este processo traz consequências indesejáveis tais como o aumento dos níveis de poluição, erosão, desmatamento e supressão da mata nativa causados por diversas atividades, dentre estas encontra-se a de extração de areia.

A fazenda Santana do Poço, no município de Jacareí/SP, apresenta em sua área, uma parcela contendo lagoas de extração de areia resultantes do processo de mineração ocorridos durante o período de 1970 a 1990. Em cumprimento as obrigações legais (Decreto Federal 97.632 e Resolução Estadual SMA 18/89) deixadas por esses empreendimentos, a Fundação Vale Paraibana de Ensino (mantenedora da Universidade do Vale do Paraíba), tendo posse da fazenda elaborou e executa o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas.

Um ambiente degradado não será igual ao ambiente encontrado originalmente, porém as técnicas de restauração ecológica possibilitam a reconstrução de um ambiente onde consiga, dentro das limitações possíveis, o restabelecimento do equilíbrio ecológico.

Dentre as práticas estabelecidas pela legislação quanto a recuperação de áreas degradadas pela extração de areia está o estabelecimento da mata ciliar junto as cavas de areia (lagoas de mineração). Ecologicamente, as principais funções da mata ciliar são: a proteção dos cursos d'água evitando o assoreamento dos mesmos, impede a circulação de poluentes para o meio aquático, reduz o escoamento superficial diminuindo o processo de erosão do solo, além da formação de corredores ecológicos contribuindo para a conservação da biodiversidade.

Segundo Lal, (1999) um indicador ideal deve ser prático, mensurável, acessível, comparável, sensível e compatível com os objetivos do projeto. Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo analisar os indicadores de desenvolvimento de vegetação, com a finalidade de avaliar a efetividade das ações adotadas na recuperação do ambiente degradado pela extração de areia.

### Metodologia

**Caracterização do ambiente de estudo:** A área de estudo localiza-se na bacia sedimentar do Rio Paraíba do Sul, entre os municípios de São José dos Campos e Jacareí. A Figura 1a apresenta a vista geral da Fazenda Santana do Poço.



Figura 1a - Vista geral do ambiente de estudo

A pesquisa de campo permitiu identificar visualmente uma diferença no desenvolvimento da vegetação existente, permitindo assim a divisão do ambiente em dois quadrantes, conforme Figura 1b.



Figura 1b – Ambiente de estudo dividido em quadrantes.

### Desenvolvimento da vegetação

**Métrica de Altura:** Foi avaliada através de uma vara de tamanho conhecido devidamente marcada com fita métrica, tendo sido posteriormente realizada a média dos valores obtidos.

**Diâmetro basal:** Foi estabelecido a partir de 5 cm da superfície do solo, com o auxílio de fita métrica.

**Diâmetro da altura do peito (DAP):** Foi estabelecido conforme descrito para o item Diâmetro Basal, todavia sendo realizado apenas para indivíduos com altura superior a 1,30m. Para a determinação dos valores finais, foi utilizada a equação (1).

$$Abi = \sum DAP_i^2 \pi / 4 \quad (1)$$

Onde:

Abi = área basal da espécie i

DAP<sub>i</sub> = diâmetro a 1,30m acima do nível do solo, de cada indivíduo da espécie i

**Diâmetro da copa:** Foi realizado através do estabelecimento da área da copa com medições

dos diâmetros em cruz e tirada a média. As medições foram realizadas através de uma vara de tamanho conhecido devidamente marcada com fita métrica. Para a determinação dos valores finais de grau de sombreamento, foi utilizada a equação (2).

$$C = 100 \sum Ci / A \quad (2)$$

Onde:

C = grau de cobertura (%)

Ci = área da projeção da copa do indivíduo i

$$i = (Ci = \pi \frac{(DMC)^2}{4})$$

N = número de indivíduos medidos na parcela

A = área útil da parcela

DMC = Média das projeções da copa (EW e NS)

Todos os indicadores de desenvolvimento da vegetação foram realizados segundo Cullen Jr., Rudran e Pádua (2004).

### Resultados e Discussão

A Resolução SMA 47/03, da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, determina que para reflorestamentos heterogêneos é necessário a introdução de no mínimo 30 espécies diferentes para áreas com menos de 1,0 hectare, seguindo o princípio de que as espécies nativas do local são as que têm maior probabilidade de se desenvolverem plenamente, mantendo suas características de reprodução e de regeneração natural, em equilíbrio com seus organismos predadores naturais (Aquino-Silva *et al*, 2008).

O ambiente em questão, apresenta uma área de 1.052,85 m<sup>2</sup>, na qual foram introduzidas 134 indivíduos de 27 espécies diferentes em dezembro de 2005. Estudos preliminares realizados para esta área (Aquino-Silva *et al*, 2010) mostraram uma taxa de mortalidade de 42%, valor este 4 vezes superior ao valor estabelecido como referencia para áreas em recuperação no estado de São Paulo (Almeida e Sanchez, 2005).

No presente estudo verificou-se a presença de 23 espécies diferentes, tendo sido identificados 91 indivíduos resultando numa taxa de mortalidade equivalente a 33%, valor este também superior ao estabelecido como referencia, porém inferior ao verificado anteriormente por Aquino-Silva *et al* (2010). Tal fato se deve provavelmente a identificação de novas essências florestais endêmicas como Embaúba, Cambará e Sangra d'água, as quais provavelmente tiveram sua origem na propagação zoocórica ou anemocórica das sementes provenientes das áreas circunvizinhas.

Assim, mesmo tendo sido verificada uma elevada taxa de mortalidade, as avaliações

históricas da área sugerem que o ambiente encontra-se em fase de auto-recuperação.

Quanto a classificação ecológica das espécies identificadas verificou-se que 87% das mesmas são classificadas como pioneiras e 13% como não pioneiras (tabela 1 e 2). De acordo com Almeida e Sanchez (2005), os valores de referência para classificação ecológica são de 90% de espécies pioneiras e 10% de não pioneiras, valores estes muito próximos aos obtidos no presente trabalho.

Tabela 1 – Espécies identificadas nos quadrantes 1 e 2

Nome Popular	Nome Científico	C.E.	Qtd
Angico Vermelho	<i>Parapiptadenia pterosperma</i>	P	1
Ingá comum	<i>Inga vera</i> Willd. subsp. <i>affinis</i>	P	14
Araçá Roxo	<i>Psidium myrtooides</i>	P	3
Araçá Vermelho	<i>Psidium cattleianum</i>	P	3
Aroeira	<i>Litharaea brasiliensis</i>	P	1
Bico-de-pato	<i>Machaerium acutifolium</i>	NP	1
Café de Burge	<i>Cordia ecalyculata</i>	NP	1
Cambará Branco	<i>Gochnatia polymorpha</i>	NP	1
Canafístula	<i>Dimorphandra mollis</i>	P	1
Capixingui	<i>Croton floribundus</i>	P	5
Capororoca	<i>Rapanea ferruginea</i>	P	10
Embira de Sapo	<i>Lonchocarpus subglaucescens</i>	P	2
Embaúba	<i>Cecropia glazrovi</i>	P	9
Goiaba	<i>Psidium guajava</i>	P	1
Limão Bravo	<i>Sequiaria langsdorffii</i>	NP	1
Mamoninha	<i>Esenbeckia febrifuga</i>	NP	1
Manacá	<i>Tibouchina mutabilis</i>	P	1
Monjoleiro	<i>Acacia Polyphylla</i>	P	1
Mutambo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	P	10
Pau Viola	<i>Citharexylum myrianthum</i>	NP	5
Quaresmeira Rosa	<i>Tibouchina candolleane</i>	NP	1
Sangra d'gua	<i>Croton urucurana</i>	P	17
Tarumã	<i>Tabebuia ochracea</i>	NP	1

C.E. Classificação Ecológica; **P** – Pioneira; **NP** - Não Pioneira.

Tabela 2 – Número e distribuição de Indivíduos nos diferentes quadrantes

Quadrantes	Indivíduos
1	25
2	66
Total	91

A Resolução SMA 42/96, Art. 8º, V. determina: "A manutenção das áreas revegetadas, de

extrema importância para o sucesso da recuperação, até que se alcance o sombreamento total da área de plantio, ou que os indivíduos atinjam uma altura mínima de 3 metros." Sendo assim, a tabela 3 apresenta valores obtidos para o indicador de métrica de altura. Embora a diferença visual de desenvolvimento entre os quadrantes aqui avaliados seja bem distinta a métrica de altura, apresentou bom resultado em ambos os quadrantes.

Tabela 3 – Métrica de Altura

Quadrantes	Altura média (m)
1	4,62
2	5,04
Total	4,93

Segundo Cullen Jr *et al*, os valores de área basal para florestas geralmente estão entre 20 e 45 m<sup>2</sup>. As tabelas 4 e 5 apresentam os valores obtidos para área basal a 5 cm e 1,30m da superfície do solo, respectivamente. Em ambos os indicadores de área basal, o quadrante 2 foi cerca de 3 vezes maior que o observado para o quadrante 1. Os valores obtidos apresentam-se muito inferior ao valor de referência devido o fato da vegetação em seu processo de desenvolvimento adquirir altura em seguida formar copa e por último aumentar o espessamento do caule, e também devido à baixa fertilidade do solo (Trevisan *et al*, 2011).

Tabela 4 – Área Basal (5 cm)

Quadrantes	Área basal (m <sup>2</sup> )
1	0,35
2	1,35
Total	1,7

Tabela 5 – Área basal (1,30m)

Quadrantes	Área basal (DAP) (m <sup>2</sup> )
1	0,24
2	0,81
Total	1,05

A copa da árvore conduz a água da chuva para o tronco, onde se concentra e escorre até o solo. Além de reduzir os efeitos dos processos erosivos a copa também ajuda no fornecimento de alimento e abrigo para a fauna.

Segundo Aquino-Silva et al (2010), o valor de referência para projeção de copa é 10000m<sup>2</sup>, e o valor obtido foi de 1247,95 m<sup>2</sup> na área total, como mostrado na tabela 6. A projeção de copa do quadrante 2 representa uma área 1,9 vezes maior do que a verificada para o quadrante 1, contribuindo assim, para um grau de sombreamento 2,5 vezes maior para o quadrante 2.

Tabela 6 – Projeção de Copa

Quadrantes	Área (m <sup>2</sup> )	Sombreamento (%)
1	427,95	47,53
2	818,05	118,83
Total	1.247,95	94,19

O maior grau de sombreamento proporciona maior contribuição de serrapilheira que auxilia na proteção do solo reduzindo os efeitos dos processos erosivos. O solo protegido aumenta a umidade do solo contribuindo para a maior decomposição de matéria orgânica o que proporciona a ciclagem completa de nutrientes, favorecendo assim, o desenvolvimento da vegetação que terão uma projeção de copa maior iniciando o processo novamente.

Para o quadrante 2, o maior grau de sombreamento se dá provavelmente em função da sobreposição de copas resultante de um melhor desenvolvimento das espécies e ao número de indivíduos presentes serem 2,6 vezes maior do que no quadrante 1, apresentando, portanto um valor superior a 100%.

No quadrante 1 há uma parcela de solo que se encontra no nível hídrico da lagoa o que faz com o que os nutrientes solúveis do solo disponíveis sejam lavados, contribuindo assim para um menor desenvolvimento das espécies presentes neste quadrante.

## Conclusão

Os resultados obtidos mostram o melhor desenvolvimento da vegetação do quadrante 2 se dá, provavelmente, pelo melhor uso dos nutrientes disponíveis no solo, embora estudos comprovem que estes se apresentam em níveis inferiores aos valores de referência, em ambos os quadrantes (Trevisan, *et al*, 2011), sugerindo que a ciclagem dos nutrientes não seja completa, devido as características físicas do solo fazem com os nutrientes sejam facilmente lixiviados.

No quadrante 1 foi possível identificar uma parcela que se encontra alagada nos primeiros meses do ano, favorecendo ainda mais a lixiviação

dos nutrientes, dificultando o desenvolvimento da vegetação presente.

A recuperação de uma área degradada é um processo demorado e a avaliação de indicadores permite que esse processo seja analisado de perto, a fim de observar os efeitos causados por fenômenos naturais e ações antrópicas. Sendo assim, conclui-se que, embora alguns indicadores tenham apresentado resultados próximos aos recomendados pela literatura, torna-se necessário o constante monitoramento da área a fim de verificar se práticas de manejo adotadas favorecem a recuperação do ambiente em estudo.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – pela bolsa de Iniciação Científica - PIBIC Processo: 114791/2011-2.

## Referências

- AQUINO-SILVA et al. Recovery of degraded areas in Vale do Paraíba, São Paulo, Brazil: Performance Indicators. *Advanced Materials Research* Vol. 107 (2010) pp 27-34, 2010.
- ALMEIDA, R. O. P. O.; SÁNCHEZ, L.E. Revegetação de áreas de mineração: critérios de monitoramento e avaliação de desempenho. *Revista Árvore*, vol 29, nº 001, Sociedade de Investigações Florestais, Viçosa, MG, 2005.
- CETESB – LICENCIAMENTO AMBIENTAL. Disponível em: [http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/estadual/resolucoes/1996\\_Res\\_SMA\\_42.pdf](http://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/estadual/resolucoes/1996_Res_SMA_42.pdf). Acesso em: 03.09.2010
- CULLEN JR., L.; RUDRAN, R. ; PÁDUA, C. V. *Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre*. Curitiba: Editora UFPR, 2004.
- LAL, R. *Métodos para avaliação do uso sustentável dos recursos solo e água nos trópicos*. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999.
- NOGUEIRA, O. J. M., et al. Estudo de abudação verde no solo de áreas em recuperação. Trabalho de Conclusão de Curso. UNIVAP, 2009
- SÃO PAULO, Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Resolução SMA nº42, de 16 de Setembro de 1996. Disciplina o licenciamento de empreendimentos minerários de extração de areia na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Publicada no Diário Oficial do Estado - São Paulo, setembro.1996
- SÃO PAULO, Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Resolução SMA nº47,26 de Novembro de 2003. Altera e amplia a Resolução SMA 21, de 21/11/2001, Fixa orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas

# XVINIC

Encontro Latino Americano  
de Iniciação Científica

# XI EPG

Encontro Latino Americano  
de Pós Graduação

# VINIC Jr

Encontro Latino Americano  
de Iniciação Científica Júnior

e dá providências correlatas. Publicada no Diário Oficial do Estado - São Paulo, novembro. 2003.

- TREVISAN, D.C. et al. Avaliação dos indicadores de desenvolvimento do solo em áreas em recuperação. COPEC – Science and Education Research Council – SHEWC, 2011.