

Recuperação do solo em povoamentos florestais em área de exploração de areia no município de Tremembé-SP

SOIL RECUPERATION IN FOREST SETTLEMENTS IN MINING AREAS IN THE TREMENBE MUNICIPALITY-
SP

Leandro de Oliveira
Serafim Daniel Ballesterio
Departamento de Ciências Ambientais - UNITAU

RESUMO

A recuperação de áreas degradadas devido à exploração de minerais, notadamente pela extração de areia, é realizada pela recomposição florestal com espécies nativas. No presente trabalho, analisou-se a disponibilidade de nutrientes e a quantidade de serapilheira acumulada em um fragmento de mata ciliar nativa e em cinco fragmentos de recomposição florestal de áreas anteriormente utilizadas para exploração de areia no município de Tremembé, SP. Essas áreas apresentam-se em processo de desenvolvimento vegetativo com períodos diferentes, variando de 1,5 a 11 anos. Foi analisado o teor de nutrientes, matéria orgânica, acidez do solo e a produção da serapilheira total e fracionada em folhas, ramos e raízes. As serapilheira foi amostrada em parcelas de 1m², nas camadas 0-20 e 20-40 cm em cinco pontos escolhidos aleatoriamente nas leiras e entre leiras, em todas as áreas. Nas amostras de solo analisaram-se os atributos pH, matéria orgânica, Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio, Hidrogênio, Alumínio, soma de bases, capacidade de troca catiônica e porcentagem de saturação de base. A comparação da produção de serapilheira e dos atributos químicos entre as áreas foi analisada por meio de análise de variância complementada pelo teste de Tukey. Observou-se menor produção de serapilheira total nos fragmentos a partir de 6,5 anos de reflorestamento. Entretanto, a partir desse período, a relação entre o teor de matéria orgânica e a quantidade de serapilheira da camada superficial do solo tende a diferir, com aumento no teor de matéria orgânica e redução da produção de serapilheira, decorrente, possivelmente, do efeito acumulativo da matéria orgânica no solo pelos

compostos orgânicos mais resistentes à decomposição responsáveis pela formação do húmus. Por meio das análises dos atributos químicos, os solos dos fragmentos florestais foram classificados como distróficos e de fertilidade moderada. Os teores dos nutrientes apresentaram valores médios para cálcio e magnésio, alto para o fósforo e baixo para o potássio. Os valores mais elevados de cálcio, magnésio e fósforo podem ser decorrentes do efeito residual da adubação realizada na época do plantio.

PALAVRAS-CHAVE

Áreas degradadas. Extração de areia. Recuperação do solo. Reflorestamento. Povoamentos florestais. Serapilheira.

INTRODUÇÃO

A atividade de extração de areia que ocorre na planície aluvial do Rio Paraíba do Sul, em função da necessidade de desmatamento e da retirada de material mineral, possui ação ambientalmente impactante, que vem sendo objeto de atenção da Secretaria de Estado do Meio Ambiente-SMA, no sentido de se buscar formas de conciliar a necessidade de realização dessa exploração com a proteção ambiental desse ecossistema.

Com base na legislação federal, a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, editou a Resolução SMA no 18, em 23/10/1989, estabelecendo um roteiro básico para a elaboração do PRAD - Plano

de Recuperação da Área Degradada (SILVA; ARAUJO, 2003).

Por sua vez, a Resolução SMA no 42/96, estabeleceu, para obtenção do licenciamento ambiental, várias medidas para a recuperação dessas áreas, de acordo com o tipo de impacto ocorrido, principalmente a revegetação das áreas degradadas com espécies nativas, definindo as normas que devem ser utilizadas na instalação dos projetos de revegetação (SILVA; ARAUJO, 2003).

A maioria das empresas que atuam na exploração minerária de areia na região de Taubaté estão aplicando as normas exigidas pela legislação. Especificamente a empresa “Cinco Lagos” que já desenvolve trabalhos de recuperação há mais de dez anos, de acordo com o estabelecido na Resolução da Secretaria do Meio Ambiente SMA no 42. A empresa “Cinco Lagos” possui áreas em que foram realizados projetos de reflorestamento de 1,5; 3,5; 5,5; 6,5; 8 e 11 anos no Município de Tremembé SP.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1.1 – Degradação Ambiental

No Brasil, as ações antrópicas iniciaram-se ao longo do litoral e evoluíram em direção ao interior, particularmente na Mata Atlântica, um dos principais ecossistemas tropicais do mundo. De modo geral, os remanescentes desse bioma encontram-se no estágio de sucessão secundário, fragmentados, alterados e empobrecidos de sua composição original. Ainda que alterado, esse ecossistema é um valioso recurso natural renovável, possível de ser utilizado pelas gerações presentes e futuras (SOUZA et al.; 2002).

Uma terminologia semelhante é adotada no campo geomorfológico e do paisagismo por Hadley e Toy (1987), que consideram o conceito de perturbação ou distúrbio, porém numa perspectiva espacial, correlacionando-o com os efeitos geomórficos produzidos na paisagem por diferentes atividades antrópicas como mineração em superfície, urbanização, paisagem, agricultura, usos recreativos e construção civil. Com relação às atividades de mineração, Willian et al. (1990) admitem um conceito relacionado aos aspectos biológicos, edafológicos e hídricos afetados pela atividade extrativa, considerando que “a degradação de uma área ocorre quando a vegetação nativa e a fauna foram destruídas, removidas ou expulsas; a camada de solo for perdida, removida ou

enterrada; e a qualidade e regime de vazão do sistema hídrico for alterado”.

As normas legais mais elucidativas e abrangentes expressam o conceito de degradação da qualidade ambiental como a “alteração adversa das características do meio ambiente” (Artigo 3o, Inciso II da Lei Federal 6.938/81) e, no caso de mineração, a degradação como os “processos resultantes de danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais” (Decreto Federal 97.632/89, que estabelece a exigência do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD, para as atividades de mineração) A combinação desses conceitos é muito próxima à definição de degradação do solo contida na ABNT (1989).

2.1.2 – Restauração Ambiental

A impossibilidade de retorno da superfície minerada à situação original é admitida por Cairns (1986), considerando as seguintes opções a partir de um ecossistema degradado e segundo o grau de recuperação desejado: restauração, representando uma situação relativamente próxima das condições iniciais do ecossistema, porém em um grau intermediário, reabilitação diz respeito ao alcance de algumas das condições iniciais em um grau superior à restauração e o desenvolvimento do ecossistema original, porém no mesmo grau da restauração. Usa também os termos reparação, recuperação e regeneração admitindo que embora a opção de abandono da área degradada possa tender, com o tempo, à estabilização, ocorrendo em condições muito distantes da original e em grau muito inferior às demais possibilidades.

2.1.3 - Uso de Indicadores de Qualidade de Solo no Monitoramento de Processo de Recuperação de Áreas Degradadas.

Um dos indicadores biológicos que pode ser considerado na avaliação do impacto pelo desmatamento com subsequente recomposição florestal é a ciclagem de nutrientes por meio da camada de serapilheira. Esse estudo pode ser realizado pela determinação do peso seco, composição química e porcentagem de recobrimento do solo correlacionando com as condições nutricionais da porção superficial do solo em diferentes condições de topografia e cobertura vegetal. O peso seco e composição química da serapilheira são um parâmetro muito importante na comparação de ecossistemas, já que as diferentes coberturas vegetais formam serapilheira em quantidade e qualidade diferentes, implicando resultados diferentes na fertilidade do solo (BARBOSA; FEARNESIDE 2000). Santana (2002) também considera que a qualidade do solo depende de suas características intrínsecas, de interações com o ecossistemas, do uso e manejo, e de prioridades sócioeconômicas. Evidencia a existência de relações entre a qualidade de nossos solos com as práticas agrícolas e de exploração mineral e enumera os principais indicadores dessa qualidade dividindo em três grupos gerais: visuais, físicos, químicos.

- Indicadores visuais podem ser obtidos de observações ou de interpretação de fotografias. Exposição do subsolo, mudança de cor do solo, sulcos ocasionais, acúmulo de água, enxurrada, resposta da planta, espécies de ervas daninhas, poeira e deposição são somente alguns poucos exemplos de indicadores potenciais determinados localmente. Evidências visuais pode ser uma indicação clara de que a qualidade do solo está sendo melhorada ou piorada.

- Indicadores físicos são relacionados ao arranjo das partículas sólidas e dos poros. Exemplos incluem densidade, porosidade, estabilidade de agregados, textura, encrostamento, resistência do solo e compactação. Indicadores físicos refletem primariamente limitações para o desenvolvimento radicular, emergência de plântulas, infiltração, movimento e retenção de água no perfil.

- Indicadores químicos incluem medições de pH, salinidade, matéria orgânica, disponibilidade de nutrientes, capacidade de troca de cátions, ciclagem de nutrientes e concentração de elementos que podem ser potencialmente contaminantes (metais pesados, compostos radioativos, etc) ou aqueles que são

essenciais para o crescimento e o desenvolvimento das plantas. As condições químicas do solo afetam, entre outros, a relação solo-planta, qualidade da água, capacidade tamponante, disponibilidade de nutrientes e de água para as plantas e outros organismos, mobilidade de contaminantes, entre outros.

MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 - Caracterização da área

Foram estudados cinco fragmentos de reflorestamento com idades de 1,5; 3,5; 5,5; 6,5 e 11 anos e um fragmento de mata ciliar nativa utilizada como indicador em área de exploração de areia no sistema de cava. As áreas utilizadas pertencem à empresa minerária "Cinco Lagos" e encontram-se próximas ao Rio Paraíba do Sul, distantes em média seiscentos metros de sua margem direita nas coordenadas geográficas 23K 04 38 505; UTM 7458 544 e com uma altitude de 536 metros no município de Tremembé-SP.

Após a retirada da camada de solo para extração da areia e término do processo exploratório a camada vegetal superficial de 20 cm de espessura, anteriormente retirada e armazenada, foi repostada em toda extensão sobre uma camada de solo de 80 cm aplicada na forma de aterramento. A seguir foi distribuído calcário a lanço e realizada uma aração à profundidade de 50 cm com uma gradagem. As covas de 30x30x30 foram adubadas com a formulação 10-10-10 e as mudas foram plantadas num espaçamento de 2x4m.

Em cada fragmento foram coletadas 5 amostras de solo nas leiras e entre leiras para as análises físicas e químicas, bem como quantificação da serapilheira em dez pontos escolhidos aleatoriamente. As amostras para avaliação da fertilidade foram coletadas nas camadas 0-10 e 10-20 cm de profundidade após ter sido retirada a camada de serapilheira. A densidade do solo foi determinada somente na camada superficial do solo. Foi usado um anel volumétrico para a coleta de solo e um penetrômetro para determinar a resistência do solo em cada fragmento estudado.

3.2 - Análises químicas do solo

As condições da fertilidade do solo nas camadas 0-20 e 20-40 cm das parcelas foram avaliadas pela análise dos teores de Matéria orgânica, Carbono, Nitrogênio, potencial hidrogeniônico, Potássio, Cálcio, Magnésio,

Hidrogênio, Alumínio, Fósforo, porcentagem de saturação de bases, soma de bases, capacidade de troca catiônica, de acordo com metodologia do Sistema IAC de análise de solo (FERREIRA et al.,1990).

Para Van Raij et al. (1985), a acidez do solo é conseqüência da concentração de hidrogênio iônico (H⁺) existente no solo. Maior concentração representa maior acidez que possui o efeito de reduzir a capacidade de troca catiônica e diminuir a disponibilidade de nutrientes causando queda na fertilidade do sol. Os limites de acidez do solo e saturação de bases foi proposta por Van Raij et al. (1985) é mostrado na tabela 1.

Tabela 1 – Limites de interpretação das determinações relacionadas com a acidez do solo.

Acidez	pH em CaCl ₂	Saturação por Bases	V (%)
Muito alta	Até 4,3	Muito Baixa	0-25
Alta	4,4 a 5,0	Baixa	26-50
Média	5,1 a 5,5	Média	51-70
Baixa	5,6 a 6,0	Alta	71-90
Muito Baixa	> 6,0	Muito Alta	> 90

Fonte: (VAN RAIJ et al. 1985)

Os macronutrientes importantes na nutrição das plantas e que condiciona melhores condições na fertilidade dos solos são o nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre. Com base em pesquisas

realizadas pelo Instituto Agronômico de Campinas ao longo de décadas, van Raij et al. (1985) propuseram limites de concentração estabelecendo classes de interpretação que se relacionavam à produção (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2 – Limites de interpretações dos teores de potássio e fósforo em solos.

Teor	Produção Relativa	K ⁺ trocável	P – Resina
	Porcentagem	mmolc/dm ³	mg/dm ³
Muito baixo	0,0 – 70,0	0,0 – 0,7	0,0 – 2,0
Baixo	71,0 – 90,0	0,8 – 1,5	3,0 – 5,0
Médio	91,0 – 100,0	1,6 – 3,0	6,0 – 8,0
Alto	> 100,0	3,1 – 6,0	9,0 – 16,0
Muito Alto	> 100,0	> 6,0	> 16,0

Fonte: (VAN RAIJ et al. 1985)

Tabela 3 – Limites de interpretação de teores de Ca²⁺, Mg²⁺.

Teor	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
	mmolc/dm ³	
Baixo	0,0 – 3,0	0,0 - 4,00
Médio	4,0 – 7,0	5,0 – 8,0
Alto	> 7,0	> 8,0

Fonte: (VAN RAIJ et al. 1985)

Os macronutrientes importantes na nutrição das plantas e que condiciona melhores condições na fertilidade dos solos são o nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre. Com base em pesquisas

realizadas pelo Instituto Agronômico de Campinas ao longo de décadas, van Raij et al. (1985) propuseram limites de concentração estabelecendo classes de interpretação que se relacionavam à produção (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2 – Limites de interpretações dos teores de potássio e fósforo em solos.

Teor	Produção Relativa	K ⁺ trocável	P – Resina
	Porcentagem	mmolc/dm ³	mg/dm ³
Muito baixo	0,0 – 70,0	0,0 – 0,7	0,0 – 2,0
Baixo	71,0 – 90,0	0,8 – 1,5	3,0 – 5,0
Médio	91,0 – 100,0	1,6 – 3,0	6,0 – 8,0
Alto	> 100,0	3,1 – 6,0	9,0 – 16,0
Muito Alto	> 100,0	> 6,0	> 16,0

Fonte: (VAN RAIJ et al. 1985)

Tabela 3 – Limites de interpretação de teores de Ca²⁺, Mg²⁺.

Teor	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
	mmolc/dm ³	
Baixo	0,0 – 3,0	0,0 – 4,0
Médio	4,0 – 7,0	5,0 – 8,0
Alto	> 7,0	> 8,0

Fonte: (VAN RAIJ et al. 1985)

3.3 – Análise da serapilheira

Nos pontos onde foram feitas as amostragens de solo para avaliações químicas e físicas foi coletada a serapilheira acumulada na superfície em uma área de 1m² nos povoamentos florestais com diferentes períodos de desenvolvimento.

O material orgânico foi separado de acordo com as seguintes frações: folhas, estruturas reprodutivas (flores, sementes e frutos), galhos \leq 2 cm de diâmetro e refugo

(fragmentos \leq 2,0 mm de diâmetro). Após secagem em estufa a 65°C, até peso constante e pesado, serão determinados:

- Peso úmido e seco de serapilheira total;
- Umidade gravimétrica da serapilheira total;
- Porcentagens em peso seco das frações: folhas, raízes, sementes, galhos e ramos e fração < 2,0 mm.

RESULTADOS

4.1 - Avaliação da produção de serapilheira

A quantidade de serapilheira acumulada nos fragmentos de diferentes períodos do reflorestamento pode ser observado na tabela 4, e nela pode ser

observada uma variação em relação aos galhos da serapilheira. Não houve diferença estatística significativa entre as frações (ANOVA, $p > 0,01$).

Tabela 4 – Frequência relativa das de serapilheira analisadas nos fragmentos de diferentes idades.

Períodos	Folhas (gramas)	Galhos (gramas)	Raiz (gramas)	< 2,0 mm (gramas)	Porcentagem Total
1,5 Anos	84,16	12,15	1,08	2,61	100
3,5 Anos	67,82	28,15	1,38	2,54	100
5,5 Anos	75,25	21,11	1,97	1,67	100
6,5 Anos	62,76	32,62	2,24	2,38	100
11 Anos	70,15	26,26	1,87	1,72	100
Mata nativa	70,61	21,31	3,87	4,21	100
Média	71,79	23,60	2,07	2,52	100

4.2 - Produção de serapilheira e teores de matéria orgânica na camada superficial dos fragmentos.

A relação entre o teor de matéria orgânica do solo e a quantidade de serapilheira mantém-se em equilíbrio até o período de 6,5 anos a partir daí observa se um

ligeiro aumento no teor de matéria orgânica nos fragmentos de 11 anos e de mata ciliar nativa e um declínio na produção de serapilheira nesses fragmentos nas camadas de 0-20cm (Tabela 6).

Tabela 6 – Quantidades de matéria orgânica (%) da camada 0-20 cm e de serapilheira total (kg/m²) dos fragmentos florestais com diferentes estágios de desenvolvimento.

Fragmentos	% Matéria Orgânica	Serapilheira total (kg/m ²)
1,5	1,9	0,250
3,5	2,5	0,689
5,5	2,3	0,888
6,5	2,4	0,955
11,0	2,7	0,734
Mata	3,9	0,476

4.3 - Análise da variação dos atributos químicos do solo nos fragmentos florestais com diferentes idades e nas profundidades 0-20 e 20-40 cm.

Os dados obtidos na tabela 7 mostram pouca ou nenhuma variação dos valores médios do pH para as camadas de 0-20 cm de pH - 4,00 e 20-40 cm de pH - 4,02.

Os teores de fósforo da tabela 7 apresentaram pequeno aumento entre os fragmentos, aumentando

conforme a idade.

Em relação ao potássio como mostra a tabela 7, observa-se que não houve uma variação no teor entre os fragmentos analisados.

Com relação à matéria orgânica ocorre um pequeno aumento nos fragmentos de 11 anos de mata ciliar nativa (Tabela 7).

Tabela 7 - Variação dos atributos químicos do solo dos fragmentos florestais nas profundidades 0-20 e 20-40 cm.

Períodos (Anos)	pH		M.O		P		K	
	VN		%		mg/dm ³		mmol _c /dm ³	
	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40	0-20	20-40
1,5	4,0A	4,1A	1,9B	1,4B	8B	5 B	1,3A	1,0A
3,5	3,9A	3,9A	2,5A	1,4B	11B	8 AB	1,3A	1,0A
5,5	4,0A	4,0A	2,3A	1,7B	15AB	11AB	1,0A	1,0A
6,5	4,1A	4,0A	2,4A	2,1B	32A	21A	1,7A	1,2A
11,0	3,9A	4,0A	2,7A	2,2B	27AB	16AB	1,0A	1,0A
Mata	4,1A	4,1A	3,9A	3,4A	21AB	10AB	1,3A	1,0A

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade

Quanto aos teores de cálcio e magnésio, observa-se que também não houve variação entre os fragmentos estudados tabela 8. O cálcio apresentou valores médios na camada 0-20 cm (9,08 mmol_c/dm³) alto e na camada de 20-40 cm (6,17 mmol_c/dm³) médio e com relação

ao hidrogênio e alumínio no fragmento de 1,5 anos pode se observar uma disponibilidade mais significativa desses atributos químicos na camada de 0-20 cm já nos outros fragmentos a diferença é muito pequena (Tabela 8)

Tabela 8 - Variação dos atributos químicos do solo dos fragmentos florestais nas profundidades 0-20 e 20-40 cm.

Períodos (Anos)	Ca		Mg		H+Al	
	mmol _c /dm ³		mmol _c /dm ³		mmol _c /dm ³	
	0-20cm	20-40cm	0-20cm	20-40cm	0-20cm	20-40cm
1,5	9,6A	6,0A	3,2A	1,8A	116AB	74C
3,5	10,2A	7,0A	3,4A	2,4A	161A	148AB
5,5	7,2A	4,0A	3,0A	1,8A	100AB	114ABC
6,5	9,8A	7,0A	5,0A	4,0A	131AB	158A
11,0	8,1A	5,0A	3,0A	2,4A	110AB	108ABC
Mata	9,6A	8,6A	3,8A	2,6A	87,8B	77BC

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si no nível de 1% de probabilidade

4.4 - Variação da densidade do solo, porcentagem da porosidade total e porcentagem de umidade nos fragmentos nas leiras e entre leiras.

Para as operações de plantio das mudas foram formadas leiras no solo na linha de plantio para melhorar as condições da porosidade, disponibilidade de nutrientes e fornecimento de água. As entrelinhas, correspondente ao espaço entre as linhas de plantio, foram chamadas de entreleira. O resultado mostra que nas leiras a densidade foi menor com maior porosidade

e menor umidade gravimétrica em relação às entre leiras com uma densidade variando entre 1,11 mg/cm³ nas leiras e 1,23 mg/cm³ nas entreleiras, uma porosidade de 54,96 % nas leiras e 48,14 % nas entreleiras e umidade de 33,60 % nas leiras e 36,60 % nas entre leiras como demonstra a tabela 9. A composição granulométrica do solo dos fragmentos possui na camada de 0 – 20 cm 15,6 % de silte e 48,4% de argila, na camada 20 – 40 cm 14,3% de silte e 52,6% de argila. Com um solo tendo em média de 14,9 % de e 50,5% de argila (Tabela 10).

Tabela 9 - Densidade do solo, porcentagem da porosidade total e umidade gravimétrica da camada superficial nos fragmentos com diferentes períodos de desenvolvimento e nas posições linha (leira) e entrelinha (entreleira).

Posição de plantio	D (Mg m ⁻³)	Pt% (Porcentagem)	U% (Porcentagem)
Leira	1,11A	54,96A	33,60A
Entreleira	1,23A	48,14B	36,60A

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si no nível de 1% de probabilidade

Tabela 10 - Composição granulométrica do solo das áreas dos fragmentos reflorestados.

Camadas	% Área total	% Silte	% Argila
0 - 20 cm	36,0	15,6	48,4
20 - 40 cm	33,1	14,3	52,6
Média	34,5	14,9	50,5

RESULTADOS

A quantidade de serapilheira acumulada nos fragmentos observados mostra que no período 6,5 anos houve equilíbrio na produção de serapilheira e matéria orgânica quando comparados aos fragmentos de 11 anos e de mata ciliar nativa. As análises das frações de serapilheira foram comparadas entre os fragmentos de diferentes idades demonstrando uma diminuição de serapilheira e um aumento de matéria orgânica nos fragmentos de 11 anos e de mata ciliar nativa.

Isso pode ter ocorrido devido à dinâmica do desenvolvimento dos fragmentos estudados, onde as plantas pioneiras, que necessitam de muita luz, se desenvolveram com maior velocidade produzindo uma grande quantidade de serapilheira visto que em áreas impactadas ocorre um número muito elevado de espécies pioneiras que possui um crescimento rápido, ciclo de vida curto e alta produção de biomassa em curto espaço de tempo (MARTINS; RODRIGUES, 1999).

A produção de serapilheira em fragmentos florestais está relacionada à idade dos fragmentos e ao grau de perturbação (DELITTI, 1989, PAGANO, 1989). Desta forma, diferenças na produção de serapilheira entre trechos próximos podem estar relacionadas aos diferentes graus de perturbação ou de idade que são encontrados dentro de um mesmo tipo florestal.

Os teores de fósforo apresentaram significativo aumento entre os fragmentos, aumentando conforme a idade. Isso se deve, provavelmente, ao processo de

reciclagem realizado pela decomposição da camada de serapilheira, já que houve adubação mineral somente no plantio das mudas.

A baixa disponibilidade de fósforo nos solos tropicais é uma das causas que mais limita o crescimento e a produção florestal, tornando necessário o fornecimento desse nutriente às árvores via fertilização (FRANCO, 1984).

Quanto aos teores de cálcio e magnésio observa-se que também não houve variação entre os fragmentos estudados. O cálcio apresentou em geral valores médios: na camada 0-20 cm (9,08 mmolc/dm³) alto e na camada de 20-40 cm (6,17 mmolc/dm³) médio.

Os resultados apresentados evidencia a inexistência de variação da densidade superficial do solo, porosidade total e umidade entre os fragmentos estudados. O intervalo de variação para a densidade do solo foi de 1,11 mg/m³ nas leiras e 1,23 mg/m³ nas entreleiras, que se encontra dentro do recomendado para solo de textura média (SEGUY et al., 1984).

O intervalo de umidade apresentado situado entre 33,60 % nas leiras e 42,54 % nas entreleiras demonstra a existência de boa disponibilidade de água conseqüência da presença de apropriada porosidade capilar responsável pela retenção de água (BALLESTERO, 1992).

CONCLUSÃO

• A relação entre o teor de matéria orgânica do solo e a quantidade de serapilheira da camada superficial do solo nos fragmentos florestais reflorestados possui um equilíbrio até o fragmento de 6,5 anos nos fragmentos de 11anos e de mata ciliar nativa ocorre aumento no teor de matéria orgânica e redução na quantidade de serapilheira. Esse aumento pode ser decorrente do efeito acumulativo da matéria orgânica no solo pelo compostos orgânicos mais resistentes à decomposição e responsáveis pela formação do húmus.

• Os teores dos nutrientes: cálcio, potássio, fósforo e magnésio apresentaram-se médios para cálcio e magnésio, alto para o fósforo e baixo para o potássio. Os valores mais elevados para o cálcio, magnésio e fósforo devem ser decorrentes dos efeitos residuais da adubação realizada na época do plantio.

• É necessário o preparo primário da camada superficial do solo com a devolução da camada do solo, aração e gradagem para propiciar boas condições de aeração, infiltração de água e diminuição da resistência do solo para o bom desenvolvimento inicial do sistema radicular de mudas.

ABSTRACT

The recuperation of degraded areas due to mining activity namely sand mining is carried out by the forest recomposition with native species. In the present work the availability of nutrients along with amount of living matter cover accumulated and in five areas previously used for sand mining in the municipality of Tremembe, SP. Such areas are currently at different phases of ranging from 1, 5 and 11 years. The content of organic matter, soil acidity and total production of living matter cover and coarse living matter – leaves, twigs and roots – were analyzed. The living matter cover was sampled in 1 m² fragments and 20-40 cm layers at five different random points in the beds and between the beds in all areas. The soil samples were analyzed pH, organic matter, P, K, Ca, Mg, H, Al, base aggregation, cation exchange capacity and base saturation percentage. The comparison of the living matter cover production and the chemical attributes between the areas were analyzed variance analysis complemented by the Tukey test. A smaller production of total living matter cover was observed in the fragments. The relation between the

content of the organic matter and the amount of living matter cover in the tends. There is an increase in the nature of organic matter reduction production living matter cover possibly due to the cumulative effect of organic matter in the soil through the organic composts that are more resistant to decomposition and for the humus formation. Chemical attributes the soils of the forest fragments were classified as dystrophic and moderately fertile. The nature and level of nutrients presented average values for Ca and Mg, high for P and low for K. The higher values for Ca, Mg and P may be result of residual effect of fertilization carried out during the planting process.

KEY-WORDS

Degraded areas. Sand mining. Soil recuperation. Reforestation. Forest settlements. Living matter cover.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Degradação do solo terminologia NBR 10.703. Rio de Janeiro. 1989

BARBOSA, R.I.; FEARNESIDE. Erosão do solo na Amazônia: Estudo de caso na região do Apiaú, Roraima, Brasil. Acta Amazônica. v. 30, n. 4, p. 513-534. 2000

BALLESTERO, S.D. Efeito da semeadura do milho em quatro níveis de umidade na compactação de um Latossolo Vermelho Amarelo. Tese de doutorado. ESALQ/USP. 1992.

CAIRNS JR., J. Restoration, reclamation and regeneration of degrade or destroyed ecosystems. In: Soulé, M.E., (Org). Conservation Biology. Sunderland Sinauer, 1986. p.465-484.

DELITTI, W.B.C. Ciclagem de nutrientes minerais em matas ciliares. In: Barbosa, L.M. Simpósio sobre Mata Ciliar. Fundação Cargill, Campinas, 1989, p. 88-98.

FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; FERREIRA Jr., M.E. Avaliação da fertilidade empregando o sistema IAC de análise de solo. Boletim Técnico. UNESP, Jaboticabal, FCAV, 1990. 94p.

FRANCO, A.A. Fixação de nitrogênio em árvores e

- fertilidade do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v.19, p.253-261, 1984.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Degradação do solo terminologia NBR 10.703. Rio de Janeiro. 1989
- BARBOSA, R.I.; FEARNside. Erosão do solo na Amazônia: Estudo de caso na região do Apiaú, Roraima, Brasil. *Acta Amazônica*. v. 30, n. 4, p. 513-534. 2000
- BALLESTERO, S.D. Efeito da semeadura do milho em quatro níveis de umidade na compactação de um Latossolo Vermelho Amarelo. Tese de doutorado. ESALQ/USP. 1992.
- CAIRNS JR., J. Restoration, reclamation and regeneration of degrade or destroyed ecosystems. In: Soulé, M.E., (Org). *Conservation Biology*. Sunderland Sinauer, 1986. p.465-484.
- DELITTI, W.B.C. Ciclagem de nutrientes minerais em matas ciliares. In: Barbosa, L.M. *Simpósio sobre Mata Ciliar*. Fundação Cargill, Campinas, 1989, p. 88-98.
- FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; FERREIRA Jr., M.E. Avaliação da fertilidade empregando o sistema IAC de análise de solo. *Boletim Técnico*. UNESP, Jaboticabal, FCAV, 1990. 94p.
- FRANCO, A.A. Fixação de nitrogênio em árvores e fertilidade do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v.19, p.253-261, 1984.
- HADLEY, R.F.; TOY, T.J. *Geomorphology of disturbed and reclamation lands*. Academic Press, London, 1987.
- MARTINS, S.V.; RODRIGUES, R.R. Produção de serapilheira em clareiras de uma floresta estacional semidecídua no Município de Campinas, SP. *Revista Brasileira de Botânica*. v. 22, n. 1, p. 405-412. 1999.
- PAGANO, S.N. Produção de folheto em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, São Paulo. *Revista Brasileira de Biologia*. v. 3, n. 49, p. 633-639. 1989.
- SANTANA, D.P. Qualidade do solo: Uma visão holística. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*. v. 27, n. 2, p.15-18, 2002.
- SEGUY, L.; KLUTHCOUSKI, J.; SILVA, J. G. da; BLUMENSCHNEIN, F. N.; DALL'ACQUA, F. M. Técnicas de preparo do solo: efeitos na fertilidade e na conservação do solo, nas ervas daninhas e na conservação de água. Embrapa-CNPAP. Goiânia. 1984. 26 p
- SILVA, L.A.T.; ARAÚJO NETO, E.A. Revegetação nos empreendimentos minerários do Vale do Paraíba Paulista. *Revista Areia e Brita* n. 19. 2003, p.17-25.
- SOUZA, L.A.; SCHETTINO, S.; JESUS, M. R.; VALE, B. A. Dinâmica da regeneração natural em uma Floresta Ombrófila Densa Secundária, após corte de cipós, reserva natural da companhia Vale do Rio Doce S/A – ES. *Sociedade de Investigações Florestais*. v. 26, n. 4, p. 411-419, 2002.
- VAN RAIJ, B; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. *Boletim Técnico 100. Recomendações de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo*. Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas-SP. p. 9-13. 1985.
- WILLIAN, D.D.; BUGIN, A.; REIS, J.L.B. *Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação*. Brasília: Ibama, 1990. 96p.

Leandro de Oliveira

Estrada Municipal Dr. José Luis
Cembranelli, 5000 - Fazenda Piloto
bairro: I taim
Taubaté
CEP - 12081-010
e-mail: loliveira_bio@uol.com.br

TRAMITAÇÃO

Artigo recebido em: 29/06/2007
Aceito para publicação em: 26/04/2008