

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE FLORESTAS

DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA

USO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS FIXADORAS DE NITROGÊNIO NA  
RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE AREIA NO  
PÓLO PRODUTOR DE SEROPÉDICA/ ITAGUAÍ.

ADAILTON PEREIRA FERREIRA

RIO DE JANEIRO

SETEMBRO DE 2006

ADAILTON PEREIRA FERREIRA

USO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS FIXADORAS DE NITROGÊNIO NA  
RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE AREIA NO  
PÓLO PRODUTOR DE SEROPÉDICA/ ITAGUAÍ.

ORIENTADOR: ALEXANDER SILVA DE RESENDE

RIO DE JANEIRO  
SETEMBRO DE 2006

ADAILTON PEREIRA FERREIRA

USO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS FIXADORAS DE NITROGÊNIO NA  
RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS PELA MINERAÇÃO DE AREIA NO  
PÓLO PRODUTOR DE SEROPÉDICA/ ITAGUAÍ.

Monografia apresentada ao Instituto de  
Florestas da Universidade Federal Rural  
do Rio de Janeiro, como parte dos  
requisitos para obtenção do título de  
Engenheiro Florestal

Aprovada em 25 de setembro de 2006

Banca examinadora

-----  
Orientador: Dr. Alexander Silva de Resende - Embrapa  
Agrobiologia

-----  
Titular: Dr. Eduardo Lima - Prof. Adjunto UFRRJ

-----  
Titular: Dr. Paulo Sérgio Leles - Prof. Adjunto UFRRJ

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por tudo que me tem proporcionado.

Aos meus pais Tibério e Ana Maria, a minha noiva Elaine, irmãos: Deci, Tõen, Rei, Pedrinho e Cau, as irmãs: Dete, Béu, Sú, Neide, Dila e Luana. Aos meus avós e minha tia Cidinha. Aos futuros sôgros: Didi e Tõen, aos amigos Joelson, Fabiano, Marcão e demais amigos dos alojamentos, a professora Mariângela, aos colegas de cursos, pela ajuda, pelo incêntivo, pela motivação e pela compreensão nas horas difíceis.

Aos Dr. Alexander Resende pela orientação e apoio, a UFRRJ, ao professor Jorge Maêda e demais professores do curso, a Embrapa Agrobiologia, A Terrabyte S/A, ao SIMARJ e aos demais que me apoiaram durante a graduação e na realização deste trabalho.

## **RESUMO**

Este trabalho teve como objetivo principal avaliar o crescimento de diferentes leguminosas arbóreas na recuperação de áreas de mineração de areia em talude e lagoas de rejeito. E Como objetivo secundário avaliar o volume de serrapilheira depositada e estimativa de custos da recuperação das áreas degradadas pela mineração no pólo produtor de Seropédica e Itaguaí-RJ. Analisou-se o diâmetro do colo, altura das plantas e aporte de serrapilheira, das diferentes espécies plantadas. Para coleta dos dados foram selecionados seis areas e onze espécies, analisando os comportamentos destas em áreas de talude e de lagoas de rejeito. Os resultados mostram que as leguminosas plantadas em áreas de talude tiveram um melhor desenvolvimento. As espécies que melhor se adaptaram as áreas foram a *Samanea saman*, a *Mimosa caesalpinifolia* e a *Gliricidia sepium*, mas a tecnologia se mostrou eficaz em restabelecer a cobertura vegetal da área em menos de 2 anos.

**Palavras-chave:** RAD, compactação, LFN

## **ABSTRACT**

This work had as main objective to evaluate the growth of different arboreal leguminosas in the recovery of areas of mining of sand in inclination and ponds of I reject. And As secondary objective to evaluate the volume of deposited litter and estimate of costs of recovery of the areas degraded by the mining in the pole producing of Seropédica and Itaguaí-RJ. The diameter was analyzed of the I glue, height of the plants and litter contribution, of the different planted species. For collection of the data six sand dunes and eleven species were selected, analyzing the behaviors of these in inclination areas and of ponds of I reject. The results show that the leguminosas planted in inclination areas had a better development. The species that better they adapted the areas they went to *Samanea saman*, the *Mimosa caesalpinifolia* and the *Gliricidia sepium*, but the technology was shown effective in reestablishing the vegetable covering of the area in less than 2 years.

Word-key: RAD, compact, LFN

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** - Disponibilidade de nutrientes em áreas de rejeito e de talude em um dos areas de Seropédica e Itaguaí- Rj..... xxi

**Tabela 2** - Valores médios de altura total e diâmetro de colo, seguidos de desvio padrão, das diferentes leguminosas arbóreas em área de rejeito e de talude, 24 meses após o plantio.... xxv

**Tabela 3** - Valores médios de altura total e diâmetro de colo, seguidos de desvio padrão, das diferentes leguminosas arbóreas em área de rejeito e de talude, 24 meses após o plantio.. xxvii

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Visão panorâmica da lagoa de extração, mostrando uma draga em atividade.....	ix
<b>Figura 2:</b> Caixa de lavagem de areia.....	x
<b>Figura 3-</b> Área de rejeito em atividade.....	xi
<b>Figura 4 -</b> Margens da cava em processo final de extração...	xix
<b>Figura 5 -</b> Construção do talude.....	xix
<b>Figura 6 -</b> Antiga lagoa de rejeito pronta para plantio. .....	xx
<b>Figura 7-</b> Visão das mudas no viveiro da Embrapa Agrobiologia. .....	20
<b>Figura 8 -</b> Média geral do peso de serapilheira em Mg/ha das áreas de talude e de rejeito de leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio aos 24 meses após o plantio. Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste F a 5%.....	29
<b>Figura 9 -</b> Área de rejeito pronta para pantio.....	40
<b>Figura 10 -</b> plantio de mudas em área de rejeito.....	41
<b>Figura 11 -</b> Plantio em talude de LFN 30 DAP.....	41

<b>Figura 12</b> - Mostrando o tipo de substrato em área de talude em plantio experimental 30 DAP.....	42
<b>Figura 13</b> - Mostrando o tipo de substrato em área de talude e Samanea saman 90 DAP.....	42
<b>Figura 14</b> - Antiga área de rejeito 60 DAP.....	43
<b>Figura 15</b> - Plantio de LFN Mostrando Sabiá, Leucena, Saman em área de talude com LFN 180 DAP.....	43
<b>Figura 16</b> - Mostrando Mimosa artemisiana, Samanea saman, Mimosa caesalpinhiifolia em área de rejeito 20 meses após o plantio.....	44
<b>Figura 17</b> - Mostrando Samanea saman e Mimosa Caesalpinhiifolia em área de Talude 20 meses após o plantio.....	44

## 1 INTRODUÇÃO

A degradação ambiental faz parte do processo evolutivo do homem e do seu crescimento populacional desenfreado. A medida que a sua expectativa de vida tem aumentado este tem exigido cada vez mais dos recursos naturais, muitas vezes levando-os a exaustão antes mesmo terem seu verdadeiro potencial descoberto.

As principais causas da degradação tem sido o desmatamento, o manejo inadequado da agricultura, o superpastejo, a exploração da vegetação para combustível e a atividade industrial (KOBİYAMA et al. 2001).

Segundo OLDMANN (1994), 28% das terras do planeta encontram-se em algum estágio de degradação, no Brasil este valor está próximo a 27%, dos quais 1% deste total é devido às atividades de mineração.

Apesar da sua baixa percentagem na participação no processo de degradação, a mineração é uma atividade que causa grande impacto, por ocasionar a retirada das camadas superficiais do solo (KOBİYAMA et al. 2001). No entanto o homem moderno necessita dos recursos provenientes da mineração para a sua sobrevivência e conforto, caso típico do que ocorre na exploração de areia, que apesar dos danos causados ao ambiente, seu uso acaba se tornando um bem comum, de alta demanda pela sociedade.

A solução para isto é usar os recursos naturais de maneira sustentável ou seja amenizando os danos ambientais. Uma das técnicas utilizadas para a recuperação das áreas degradadas tem sido o uso de leguminosas (CAMPELLO & FRANCO, 2001). A introdução de leguminosas em local onde ocorreu a perda dos horizontes férteis do solo, mostra uma recuperação mais rápida da atividade biológica do solo, quando comparada com a revegetação com gramíneas (CARVALHO et al., 1998). Assim é importante avaliar o potencial do uso dessas leguminosas nas áreas degradadas pela mineração de areia no pólo produtor de Seropédica e Itaguaí.

## **2 OBJETIVO**

O objetivo principal deste estudo foi avaliar o crescimento de diferentes leguminosas arbóreas na recuperação de áreas de mineração de areia em talude e lagoas de rejeito. Como objetivo secundário avaliar o volume de serapilheira depositada e estimativa de custos de recuperação das áreas degradadas pela mineração no pólo produtor de Seropédica e Itaguaí.

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 Aquífero Piranema**

O município de Seropédica, Estado do Rio de Janeiro, é um destes locais que guarda um grande tesouro natural, mas que ainda é pouco conhecido pela sociedade brasileira, trata-se do aquífero Piranema. Este é formado por uma planície de inundação constituída de areias inconsolidadas, com pacotes de espessura de até 20 metros e com elevados níveis de argila. Representa um dos três aquíferos mais importantes do Estado. Possui reservas renováveis estimadas em 1,6 m<sup>3</sup>/s, suficiente para abastecer 140 000 famílias (ERTHAL, 2005).

Estas características do Aquífero Piranema vem reforçar a importância deste ambiente não só pelo seu estoque de areia mas também pelo seu elevado volume de água. Essa água encontra-se com alta vulnerabilidade à contaminação, em função da elevada altura do lençol freático, variando de 2 a 7,5 m, justificando a necessidade de intervenção antrópica para a recuperação das áreas degradadas (ERTHAL, 2005).

#### **3.2 Histórico da mineração em Seropédica e Itaguaí**

A mineração em Seropédica teve início com as restrições à extração de areia no leito do rio Guandu, tradicional fonte de areia para abastecer a construção civil da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. A disponibilidade de matéria-

prima nesta grande planície aluvionar foi a opção natural para a continuidade do crescimento urbano da cidade do Rio de Janeiro. A jazida está localizada onde o governo Getúlio Vargas, na década de 1950, promoveu um grande loteamento rural, constituído de lotes regulares de 100.000 m<sup>2</sup> (10 ha), que não teve sucesso como empreendimento agrícola. A mineração de areia surgiu como fonte de renda alternativa para os proprietários rurais que passaram a arrendar seus terrenos para a abertura das lagoas. Estes terrenos passaram a ser arrendados por caminhoneiros que se interessavam na comercialização de areia, e que na sua grande maioria eram pessoas que tinham um nível de escolaridade muito baixo. Esse fato, aliado a falta de preocupação ambiental á época serviu de empecilho para minimizar os danos ambientais. Outro aspecto relevante da época era relacionado à falta de fiscalização por parte dos órgãos governamentais, que para agravar a situação regional, como as áreas eram arrendadas, os agricultores entregavam suas terras e recebiam uma lagoa que, na maioria das vezes não lhes tinha serventia nenhuma (ERTHAL, 2005). Em 1990 o DRM-RJ publicou o primeiro levantamento sobre as atividades extrativas na região, que resultou num relatório cadastral que trazia 56 areais funcionando em 66 lotes. Fez-se então a proposta de criação de uma Zona de Produção Mineral de Areia na tentativa de inserí-los no planejamento de uso do solo. Nesta época, os mineradores se organizavam precariamente

em torno da ASPARJ Associação dos ``Produtores`` de areia do estado do Rio de Janeiro. Deve-se destacar aqui o termo "produtores" utilizado na época, que não refletia a atividade (ERTHAL, 2005).

Houve descontinuidade das propostas de organização da área extrativa, gerando muitos conflitos no processo de licenciamento e o fechamento de diversos areais(ERTHAL, 2005).

Inicialmente a duração da licença concebida foi de três anos e após o prazo vencido as mineradoras foram fechadas pelo Ministério Público pela falta de licença ambiental e pelos danos ambientais causados. Como consequência houve um forte aumento no preço da areia no mercado, refletindo diretamente na construção civil e obras públicas da região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro, uma vez que naquela época esse complexo de extração areeiro era responsável por cerca de 70% da areia usada na construção civil do município do Rio de Janeiro.

Em 2001, após várias reuniões com órgãos de governo (FEEMA, DRM, DNPM) e os areeiros, agora representados pelo SIMARJ (Sindicato dos Mineradores de Areia do Estado do Rio de Janeiro), assinaram um Termo de Ajustamento de Conduta Ambiental (TAC)(ERTHAL, 2005).

O TAC viabilizou a continuidade do processo extrativo, corrigindo os equívocos existentes, lançando as bases do controle e o disciplinamento das atividades de forma

integrada. Este foi dividido em duas etapas, a primeira foi denominada TAC preliminar, e teve como objetivo o levantamento detalhado em bases georeferenciadas da situação do pólo extrativo, para definir o retrato da situação encontrada, dando bases para a segunda fase definida como TAC propriamente dito. Na segunda etapa definiu-se as ações coletivas e individuais para ajustar o funcionamento, avaliando as alternativas futuras (ERTHAL, 2005).

Os termos exigidos pelo TAC foram: Implantação de monitoramento da qualidade das águas das lagoas e subterrâneas, plano de lavra individual e coletivo, apresentação das propostas de recuperação para as lagoas aterradas, desenvolvimento e implantação de sistema de monitoramento das fases da atividade extrativa; identificação das áreas onde houve conexão irregular com corpos d'água apresentando os projetos de recuperação, apresentação de cenário futuro, apresentação das medidas de recuperação e implantação de reflorestamento(ERTHAL, 2005).

### **3.3 Processo produtivo da extração de areia.**

Após a confirmação da presença do mineral e as devidas licenças para exploração, inicia-se o decapeamento do solo. O processo inicial se dá com a remoção da cobertura vegetal, esta, por ser essencialmente composta de pastagem degradada, é

removida juntamente com a camada fértil do solo como sugere o IBAMA (1990). O IBAMA preconiza a retirada e separação da camada mais superficial do solo ( $\pm 50$  cm) para formar o que se chama "top soil". Essa primeira camada é onde encontra-se todo o banco de sementes e a biota do solo, sendo também a parte mais fértil. Em áreas de mineração o IBAMA recomenda utilizar essa camada de "top soil", para formar a camada superficial do solo, após o encerramento da frente de lavra .

Até a aplicação do TAC, nas áreas de Seropédica e Itaguaí, isso não vinha sendo feito, em função dessa camada representar um produto de alto valor na construção civil que é a terra de emboço, e para jardinagem por se tratar de um excelente substrato, sendo vendidos para esses fins, pagando os custos iniciais com o decapeamento da área.

O modelo de extração utilizado é do tipo cava inundada. O processo se procede com a escavação do solo até atingir o lençol freático, as areias são retiradas por sucção por barcos denominados Dragas (Figura 1).



**Figura 1:** Visão panorâmica da lagoa de extração, mostrando uma draga em atividade.

Na dragagem de areia, o material encontra-se em camadas de sedimentos arenosos, no fundo das cavas submersas. A dragagem é caracterizada por um sistema de bombeamento que promove a sucção da polpa (mistura de areia, silte e argila de diferentes granulometrias), formada a partir da superfície de ataque do leito submerso. O ponto de sucção no fundo da cava é atingido através de tubulação, em cujo interior, a polpa é transportada, sendo lançada diretamente sobre uma peneira grossa promovendo a separação da fração cascalho. Conta ainda com alguns dispositivos de decantação, como uma caixa de lavagem (figura 2), onde ocorre a separação entre o material mais fino, constituído pela fração argilosa transportada com excedente de água, e a areia média ou grossa que é depositada no fundo da caixa (ALMEIDA, 2002). Após esse peneiramento, esse último produto é distribuído diretamente aos caminhões

que fazem o transporte ainda umedecidas ou em alguns casos é transferida para pilhas de estocagem ao ar livre.



**Figura 2:** Caixa de lavagem de areia

Os rejeitos ou "finos" são conduzidos por calhas para as bacias de decantação, que neste caso corresponde às cavas já lavradas, denominadas áreas de rejeito. Com o passar do tempo estas bacias de deposição vão secando gradativamente e formando superfícies secas e aptas a serem revegetadas. Neste caso a extração acontece em circuito fechado, pois a água juntamente com os materiais de não interesse, após serem succionados até a caixa de passagem, são guiados por canaletas até atingir a lagoa de decantação, onde o rejeito fica depositado e a água "limpa" retorna a cava de extração (Figura 3). Esse processo denominado preenchimento, não apresenta riscos de contaminação do lençol freático por componentes contaminantes, uma vez que estes materiais são

composto exclusivamente por minerais como argila, silte e areia muito fina.



**Figura 3-** Área de rejeito em atividade.

### **3.4 Recuperação das áreas degradadas utilizando medidas biológicas**

No processo de recuperação de áreas degradadas não se pode levar em consideração apenas o fator econômico (custo da recuperação), mas também buscar meios para que o ecossistema possa tornar a desempenhar as suas funções ambientais, fundamentais para o seu equilíbrio (RESENDE et al., 2006). Uma das etapas mais importantes para o sucesso da área a ser recuperada por meio de medidas biológicas é a escolha das espécies. As áreas degradadas pela mineração de areia apresentam-se como um ambiente frágil, com baixa capacidade de resiliência. Isto é notável pela ausência de vegetação e

consequentemente da fauna, indicando a necessidade de intervenção humana para que os processos sucessionais possam ser novamente ativados. Esta situação se deve entre outros fatores, à remoção das camadas superficiais, aliadas a compactação do solo pelo peso excessivo das máquinas, ocasionando perdas do banco de sementes, matéria orgânica e exterminação da micro e mesofauna do solo.

Nesse contexto, Os Planossolos que compunham a paisagem da região hoje já não podem ser assim classificados, pois foram totalmente removidos, passando a ser vistos como um substrato inerte. Implantar espécies da Mata Atlântica que estão adaptadas a uma condição de solos mais férteis, seria se sujeitar a gastos financeiros exorbitantes, fazendo uso de fertilização e um elevado risco do projeto não se concluir de modo satisfatório. Para evitar este tipo de problema uma boa alternativa é trabalhar com leguminosas florestais arbóreas, por apresentarem um bom desempenho como ativadoras do processo de sucessão ecológica.

As leguminosas quando associadas simbioticamente a bactérias fixadoras de nitrogênio podem incorporar mais de 500 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N (SIQUEIRA & FRANCO, 1988).

Fazendo-se uso de leguminosas fixadoras de nitrogênio, aumenta-se a possibilidade de atingir esse objetivo com menores custos (RESENDE et al., 2006). Sendo este último expresso pela redução da necessidade de correção do solo,

aumento da fertilização natural da área por meio de seleção de plantas adaptadas e eficientes na aquisição e conversão de nutrientes em biomassa (RESENDE & KONDO, 2001).

Estas também contribuem para a recuperação dos solos pela deposição de folhedos com baixa relação C/N e, pela ação das raízes, promovendo estabilização do solo, aumentando a atividade biológica do mesmo e criando condições propícias para o estabelecimento de outras espécies mais exigentes (FRANCO et al.,1992). Aumentar a atividade biológica implica em dar condições aos organismos do solo que, de acordo com CAMPELLO & FRANCO (2001), são fundamentais no processo de recuperação de áreas degradadas por serem mecanismos naturais muito importantes na decomposição e mineralização de nutrientes via aporte orgânico da serapilheira. A falta de matéria orgânica, principal fonte de nutrientes em solos tropicais, torna-se um dos grandes fatores limitantes no restabelecimento de ambientes degradados.

SEGUNDO CAMPELLO (1999), dentre outras vantagens, o plantio de leguminosas arbóreas atende as necessidades de rápido estabelecimento de uma cobertura vegetal conjugadas com efeitos de maior duração, como oferta contínua de nitrogênio, aumento da população microbiana, elevada deposição de materiais orgânicos de rápida decomposição, além de mudanças micro ambientais (sombra, retenção de umidade, redução de

temperatura). Essas plantas atuam como reguladoras de recursos disponíveis, de forma a permitir o surgimento de espécies mais exigentes. Este grupo apresenta cerca de 13 mil espécies catalogadas, com os mais variados fins de utilização, conferindo suas adaptações nos mais diferentes biomas (SIQUEIRA & FRANCO, 1988).

A fixação biológica de nitrogênio é uma característica que torna o grupo das leguminosas muito eficientes para utilização na recuperação de áreas degradadas pela mineração de areia. A capacidade que grande parte das espécies de leguminosas tem em formar simbiose com determinados gêneros de bactérias é a grande justificativa para o sucesso dessa estratégia. O processo simbiótico se dá de maneira a permitir que o nitrogênio atmosférico seja convertido e transferido para as plantas em formas assimiláveis, mediante a atuação das bactérias presentes nos nódulos radiculares (RESENDE & KONDO, 2001).

Segundo FRANCO et al.(1992), uma vez que os vegetais não são capazes de aproveitar diretamente o  $N_2$  do ar, a fixação biológica de nitrogênio assume relevância equiparada a da fotossíntese como processo essencial à vida no planeta. Um outro motivo que torna estas espécies essenciais para um processo de RAD em área de mineração, ainda segundo os mesmos autores, é a questão de que o maior reservatório de N no solo é a matéria orgânica que ocorre principalmente nas camadas

superficiais e que normalmente são perdidas, em áreas de extração de areia.

Adicionalmente estas plantas têm a capacidade de se associarem também com fungos micorrízicos, podendo se valer de muitos benefícios como: o maior volume explorado de solos pelas hifas micorrízicas permitindo assim maior absorção de nutrientes e água (SIQUEIRA & FRANCO, 1988).

Várias experiências com leguminosas fixadoras de nitrogênio têm mostrado bons resultados. FRANCO & CAMPELLO,(2005) avaliando a sucessão em área de reflorestamento com 12 anos em solo arenoso, em Porto Trombetas, Oriximiná - PA, observaram que o reflorestamento realizado com leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio apresentou-se com maior riqueza de espécies nativas, oriundas de regeneração natural e maior biomassa vegetal. Os autores frisaram ainda que estas não apresentaram regeneração natural própria e poucas espécimes do plantio original ainda existiam, significando que as leguminosas cumpriram o papel de recuperar a resiliência e permitiram o andamento da sucessão ecológica.

DEVID et al.(1994), citado por RESENDE & KONDO, (2001), utilizaram espécies arbóreas, aliadas a práticas mecânicas para recuperação de áreas com voçorocas. Dentre estas, leguminosas como *Acacia mangium*, *Bracatinga* e *Cassia verrucosa* destacaram-se pelo rápido crescimento.

FERREIRA et al.(2006) ao avaliarem o crescimento de espécies de leguminosas fixadoras de nitrogênio em áreas de empréstimo em processo de reabilitação em Seropédica/Itaguaí,RJ, após 20 meses de plantadas, observaram que dentre as 5 espécies avaliadas as que apresentaram maiores médias de diâmetro e altura foram *Samanea saman* e *Acacia holosericea*.

CAMPELLO (1998), avaliando o efeito da escarificação do estéril no desenvolvimento de 4 espécies de leguminosas arbóreas (*Sesbania virgata*, *Acacia holosericea*, *Pseudosamanea guachapele*, *Parkia multijuga*) inoculadas e micorrizadas, constatou que não houve benefício dessa prática no desenvolvimento das plantas, indicando a grande capacidade dessas leguminosas em se adaptarem a situações de alta compactação, viabilizando a cobertura vegetal com menores custos.

CAMPELLO et al.(2005), ao realizar revegetação do rejeito da Lavagem da Bauxita testaram diferentes espécies: *Acacia mangium*, *A. angustissima*, *A. holosericea*, *Albizia saman*, *A. guachapele*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Clitoria fairchildiana*, *Sclerolobium paniculatum*, *Stryphnodendrum guianensis*, *Senna siamea*, *Parkia pendula*, *Cassia leiandra*, *Adenantha pavonina*, *Cecropia* sp. e *Eucalyptus terenticornis*, sendo algumas leguminosas nodulantes e não nodulantes e outras não leguminosas. Após 22 meses, as espécies de leguminosas

fixadoras de nitrogênio apresentaram maior crescimento e produção de biomassa aérea em relação às outras espécies, mostrando a capacidade dessas de se desenvolver em substratos com baixos teores de nutrientes.

#### **4 MATERIAL E MÉTODOS**

Este trabalho foi realizado nos municípios de Seropédica e Itaguaí, zona oeste do estado do Rio de Janeiro. A região apresenta temperatura média anual de 24,5°C e precipitação média de 1.200 mm. O solo da região é classificado como um Planossolo apresentando baixa fertilidade natural.

Para dinamizar os processos da reabilitação foram plantadas aproximadamente 100 mil mudas de leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio e não leguminosas em 36 areas, com a mesma intensidade de perturbação, por conta do TAC iniciado em 2002.

A primeira etapa da revegetação se deu com o preparo das áreas através da construção de taludes e aterramento das lagoas de rejeito.

Para plantio às margens das lagoas (Figura 4), foram construídos taludes que segundo o IBAMA (1990) é definido como sendo uma superfície inclinada, construídos a partir da deposição de solos existentes no local. A inclinação final deverá ter no máximo 70 % ou 35°(Figura 5).



**Figura 4** - Margens da cava em processo final de extração.



**Figura 5** - Construção do talude.

Orientou-se os mineradores a canalizarem os rejeitos, fazendo-se uso de canais ou calhas interligadas a partir da caixa de lavagem de areia até a lagoa de sedimentação. Também foram orientados a realizar o preenchimento da cava até o

nível da cota do terreno, Isto se justifica pelo fato que ao deixar estas cavas semi-preenchidas estariam promovendo a criação de áreas ociosas, sem utilidade para a agricultura, piscicultura, construção civil e outros fins, prejudicando a recomposição da área. Após o secamento deste material, deposita-se camadas de argila (volume retirado dos horizontes A e B), até o nível da cota do terreno, facilitando a recomposição topográfica e a recuperação final (Figura 6).



**Figura 6** - Antiga lagoa de rejeito pronta para plantio.

Para melhor caracterização da fertilidade e densidade dos solos, foi aqui apresentado (tabela 1), o resultado da análise de solo de um dos areas da região, realizados na época de pantio, mostrando os teores de nutrientes e grau de compactação em áreas de taludes e lagoas de rejeito.

**Tabela 1** - Disponibilidade de nutrientes em áreas de rejeito e de talude em um dos areas de Seropédica e Itaguaí- RJ.

Amostra	Textura	pH em água	Al	Ca+Mg cmolc/dm <sup>3</sup>	Ca	Mg	P mg/dm <sup>3</sup>	K mg/dm <sup>3</sup>	C (Orgânico) %	Densidade de solo g/cm <sup>3</sup>
Rejeito	Argilosa	4,0	3,3	4,0	3,0	1,0	7,5	71,0	0,73	1,48
Talude	Argilosa	4,5	0,8	2,7	1,4	1,3	4,5	20,0	0,81	1,40

#### 4.1 Plantio

As mudas foram produzidas no viveiro da EMBRAPA Agrobiologia, Seropédica-RJ (Figura 7), a partir, da mistura de conteúdo em volume, de 10% de fosfato de rocha, 30% de areia, 30% de solo argiloso e 30% de composto orgânico (FRANCO et al., 1992).

As mudas foram produzidas em bandejas de isopor, tipo plantágil, por ser mais fácil de manipular, para plantio posterior das mudas no campo.



**Figura 7-** Visão das mudas no viveiro Embrapa Agrobiologia.

Para o plantio no campo optou-se por utilizar espaçamento 2 x 2 metros. As dimensões das covas variaram de acordo com as características físicas do solo sendo: 30 x 30 x 30 cm quando em áreas que encontravam-se mais compactadas, desta forma, dando condições para o crescimento inicial do sistema radicular da planta e, 20 x 20 x 20 cm quando em área de talude.

A adubação de plantio foi realizada com fosfato natural (80 g/cova) e como fonte de micronutriente foi utilizado o FTE BR 12 (10 g/cova). Quando possível colocou-se 2 litros de esterco bovino/cova.

Realizou-se o plantio das leguminosas em estudo em novembro de 2003, época da estação chuvosa na região.

Após a implantação das mudas foram realizados coroamentos no entorno da espécie de interesse a um raio de 0,5 metros até as mudas sobrepujarem a vegetação herbácea. A altura das plantas no plantio era de cerca de 20 cm e o diâmetro de cólo era de aproximadamente 4 mm, apresentando pouca variação entre as plantas.

#### **4.2 Avaliações de altura, diâmetro e volume de serapilheira 24 meses após o plantio**

Visando analisar o comportamento de 11 espécies de leguminosas florestais fixadoras de nitrogênio implantadas sob

forma de mudas, em novembro de 2005 (24 meses após o plantio), foi realizada a mensuração de diâmetro e altura das plantas, em áreas de rejeito e de talude. Para realização do estudo foram selecionados seis areais perfazendo 16% dos areais que realizaram a revegetação, sendo três que continham espécies implantadas em áreas de rejeito e três que contemplavam espécies implantadas em áreas de talude. Mediu-se seis indivíduos de cada espécie por areal, usando paquímetro e vara graduada mensurando o diâmetro de cólo e a altura total das plantas, respectivamente.

As leguminosas utilizadas foram: *Samanea saman* (Saman), *Mimosa caesalpinifolia* (Sabiá), *Acacia holosericea* (holosericea), *Enterolobium contortisiliquum* (Orelha-de-negra), *Gliricidia sepium* (Gliricídia), *Acacia angustissima* (Angustissima), *Mimosa artemisiana* (Artemisiana), *Inga sp* (Ingá), *Pseudosamanea guachapelle* (Guachapele), *Leucaena leucocephala* (Leucena) e *Mimosa bimucronata* (Maricá).

Nestas mesmas áreas também foram realizadas três amostragens de serapilheira no rejeito e no talude, feitas com auxílio de um quadrado metálico de 0,25 m<sup>2</sup> lançado aleatoriamente nas unidades amostrais. Posteriormente o material coletado foi depositado em sacos de papel e acondicionados na estufa da Embrapa Agrobiologia, para secagem a 65°C por 72 horas para a obtenção do peso seco. Os dados de altura e diâmetro foram analisados através de médias e

desvio padrão e os de serapilheira através de estatística paramétrica (ANOVA e teste F) no programa SAEG, após a avaliação para a constatação do atendimento aos pressupostos da análise de variância.

Objetivando-se quantificar os custos de recuperação e manutenção das áreas degradadas, usando leguminosas arbóreas florestais fixadoras de nitrogênio, foi realizado levantamento de preços de insumos, mão-de-obra, mudas, transporte de mudas, preparação de taludes, áreas de rejeito e faturamento bruto por hectare de área explorada. Para isto realizou-se entrevistas com mineradores e levantaram-se preços de insumos em casas agropecuárias dos municípios de Seropédica e Itaguaí.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Parâmetros avaliados

Foram amostrados 78 indivíduos em áreas de rejeito e 114 em talude, esta diferença se deu devido às áreas não apresentarem as mesmas frequências de espécies como poderá se observado nas tabelas que seguem.

Os valores de médias e desvio padrão das espécies analisadas nas áreas de rejeito estão expostos na Tabela 2.

O desvio padrão é alto, evidenciando a heterogeneidade de crescimento das leguminosas como: Artemisiana, Orelha-de-negro e Angustissima, o mesmo ocorreu com o diâmetro Gliricidia, Angustissima, Leucena, Orelha-de-negro e Samam

**Tabela 2** - Valores médios de altura total e diâmetro de colo, seguidos de desvio padrão, das diferentes leguminosas arbóreas em áreas de rejeito, 24 meses após o plantio.

Espécie	Altura total (m)	Diâmetro de coló (cm)
Orelha-de-negro	1,9 ±1,08	3,1 ±1,62
Sabiá	2,8 ±0,72	3,4 ±0,48
Angustissima	2,0 ±0,96	3,1 ±1,92
Saman	2,7 ±0,90	4,8 ±1,08
Artemisiana	2,6 ±1,51	4,4 ±0,14
Gliricidia	3,4 ±0,84	4,1 ±1,24
Leucena	1,5 ±0,72	2,4 ±0,96

Verificou-se que 24 meses após o plantio as espécies que mais cresceram em altura e diâmetro nas áreas de rejeito foram: Gliricidia, Sabiá e Saman. No entanto a Artemisiana, Orelha-de-negro e Angustissima, encontram-se com altura que variam de 1,9 a 2,6 m e diâmetro de 3,1 a 4,4 cm, o que indica

boa adaptação destas espécies, conforme o seu bom desenvolvimento neste ambiente degradado. Reforçando as afirmativas mencionadas por (SIQUEIRA & FRANCO, 1988; FRANCO et al.1992; CAMPELLO 1999; RESENDE & KONDO, 2001; RESENDE 2006) de que as leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio respondem bem as condições adversas de ambientes em elevado estágio de degradação.

Tendo em vista as condições de degradação onde estas plantas foram introduzidas, pode se considerar que estas atingiram, um bom desenvolvimento nestas áreas de rejeito, com exceção da leucena que obteve menor crescimento em altura (1,5 m) e em diâmetro (2,4 cm), o que pode ser explicado por ser uma espécie que apresenta seu máximo potencial em solos tropicais com o pH praticamente neutro (NAS, 1977) citado por (FRANCO & SOUTO, 1986) o que não corresponde com as características do local onde esta foi inserida.

O crescimento da Leucena também foi observado por SILVA & MENDONÇA (1997), ao comparar o desempenho desta espécie com a da Gliricidia, em solos de tabuleiro onde observou que estas cresceram bem menos, situação parecida com que ocorreu nas áreas de talude da mineração de areia, quando se compara o crescimento da Gliricidia com a Leucena.

Ao avaliar o crescimento da altura total e diâmetro de colo das espécies em áreas de talude (Tabela 3), observa-se que os

valores de médias e desvio padrão das espécies apresentam-se muito heterogêneos.

Nas áreas de talude também foi observado desvio padrão alto das espécies, quanto ao crescimento em altura e diâmetro, evidenciando heterogeneidade de crescimento das leguminosas, este fato ocorreu possivelmente por não se ter ocorrido um manejo padrão no plantio das mudas, somando-se também o fato de algumas plantas serem regadas diariamente e outras não.

**Tabela 3** - Valores médios de altura total e diâmetro de colo, seguidas de desvio padrão, das diferentes leguminosas arbóreas em áreas de talude, 24 meses após o plantio.

Espécie	Altura total (m)	Diâmetro de colo (m)
Orelha-de-negro	1,5 ±0,54	4,4 ±1,26
Sabiá	3,7 ±0,60	5,0 ±0,96
Angustissima	2,0 ± 0,84	2,3 ±1,32
Saman	2,9 ± 1,51	5,2 ±1,80
Ingá	1,2 ±0,48	2,4 ±1,02
Gliricidia	4,4 ±1,26	6,8 ±1,20
Guachapele	2,8 ±1,22	5,0 ±0,38
Marica	2,1 ±0,60	2,9 ±0,60
Holosericea	2,9 ±0,60	4,8 ±0,96

Assim como nas áreas de rejeito, nas áreas de talude (tabela 3) as espécies que apresentaram as maiores taxas de crescimento em altura e diâmetros foram: a Gliricidia (4,4 m e 6,8 cm), Sabiá (3,7 m e 5 cm), a Saman (2,9 m e 5,2 cm) a Holosericea (2,9 m e 4,8 cm) e a Guachapele (2,8m e 4,8 cm), os respectivos valores de altura e diâmetro das espécies supracitadas, indicando que está havendo uma boa adaptação das espécies nas áreas de talude. A Orelha-de-negro apesar de

apresentar o menor incremento em altura dentre as leguminosas, se destacou por apresentar-se com um significativo valor de diâmetro.

FRANCO *et al.* (1996), observou que espécies como *Holosericea*, *Sabiá*, toleram bem solos compactados, isto pode estar explicando o bom crescimento destas espécies nas áreas de talude. No entanto os resultados demonstrados pela orelha-de-negro, mostram que houve outros fatores influenciando no crescimento desta espécie.

A *Angustissima* apresentou crescimento lento em altura e diâmetro nas áreas de talude, o que pode ser explicado por esta espécie não ser tão tolerante a acidez e a compactação de solos (FRANCO *et al.*, 1996).

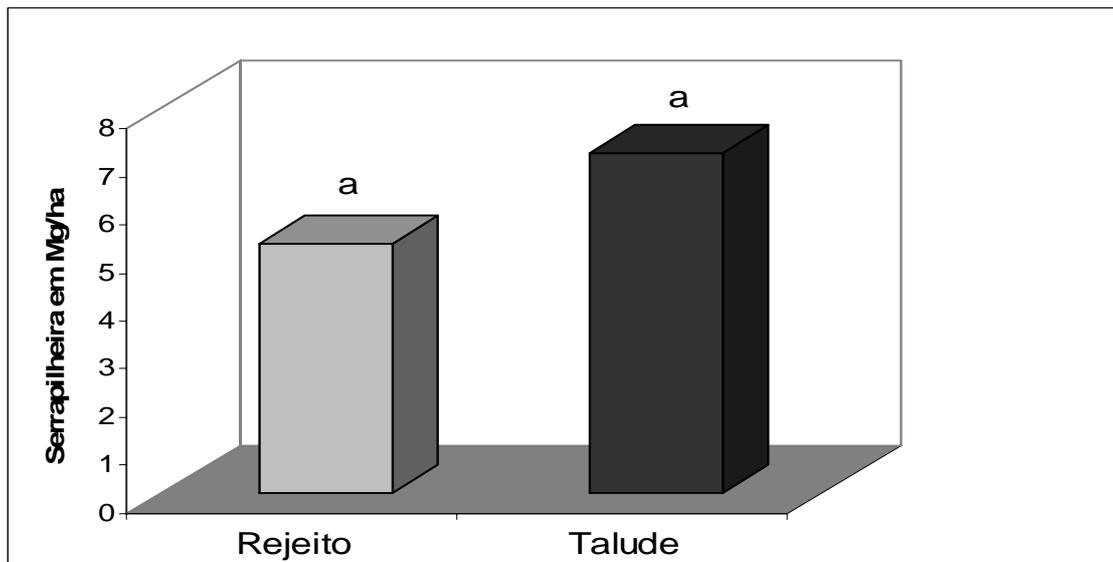
As plantas de modo geral cresceram mais nas áreas de talude, isto se deu possivelmente devido as melhores condições de solo, permitindo assim melhor desenvolvimento do sistema radicular, outro fator que pode ter influenciado positivamente é que as áreas do talude encontram-se mais próximas a lamina d'água, conseqüentemente numa porção mais úmida do terreno, o que pode ter contribuído para o seu melhor desenvolvimento.

No entanto, em relação às escolhas das espécies para as áreas de talude e rejeito, essa acabou sendo feita pelo empreendedor, o que do ponto de vista técnico, pode vir a causar problemas futuros. Espécies como *Samanea saman*, *Pseudosamanea guachapelle*, apresentam porte elevado, podendo

chegar a 30 m de altura, o que nas condições de talude pode acarretar em tombamento das árvores adultas. Embora tenha tido crescimento inicial satisfatório na área, esse problema deve ser considerado na escolha futura das espécies.

## **5.2 Volume de serapilheira**

A quantidade de serapilheira aportada nas áreas de rejeito e talude não diferiu significativamente a nível de 5%, pelo teste F, conforme mostra a Figura 12. No entanto nas áreas de rejeito, foi estimada em 5,2 e no talude em 7,09 Mg/ha. COSTA et al.(1997), estudando a dinâmica de nutrientes em plantios homogêneos de *Mimosa caesalpiniiifolia* e *Acacia auriculiformes* com seis anos em Planossolos, verificaram que o volume de serapilheira atingiu 10,4 e 14,8 Mg/há respectivamente. A massa de serapilheira de *Gliricidia sepium*, *Acacia auriculiformes*, *Mimosa caesalpiniiifolia* com seis anos variaram de 8,9 a 13 Mg/há (COSTA, 1998). Isto indica que apesar do plantio só apresentar 24 meses, a técnica utilizada vem sendo eficiente em depositar material orgânico no solo e de alta qualidade. È importante ressaltar que há uma variação sazonal no volume de serapilheira, havendo necessidade de realizar amostragem em outras épocas do ano.



**Figura 8** - Média geral do peso de serapilheira em Mg/ha das áreas de talude e de rejeito de leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio aos 24 meses após o plantio. Letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste F a 5%.

### 5.3 Estimativas de custos da recuperação.

Os custos mais elevados na recuperação das áreas degradadas pela mineração de areia são referentes à construção de taludes e aterramento das lagoas de rejeito. Estes valores são muito elevados quando há a necessidade de alugar máquinas (Escavadeiras, caminhões e Pás-mecânicas) correspondendo a cerca de 98% das despesas (Tabela 4). Estes valores podem diminuir drasticamente quando se utiliza as máquinas da própria empresa. No entanto custo com aluguel de escavadeira raramente não são acrescentadas nas despesas, pois geralmente esta máquina não compõe a frota da maioria das empresas.

Os valores gastos com mão-de-obra na maioria dos areais são economizados, pois parte dos empreendedores faz uso dos

próprios empregados, onde estes nas épocas chuvosas, são destinados a realizar o plantio e coroamento das mudas, uma vez que durante a estação chuvosa, época do plantio, a demanda por areia cai drasticamente, ficando na maior parte do tempo com mão-de-obra ociosa. Associada a isto, boa parte da força de trabalho é constituída por membros da família, representando uma economia significativa, nos custos efetivos da implantação.

O custo relacionado à compra de mudas representa cerca de 0,50 %, demonstrando um baixíssimo percentual no custo total da recuperação.

No entanto o custo total da recuperação corresponde a cerca de 19% da renda bruta das empresas demonstrando um valor muito elevado.

As estimativas de renda bruta estabelecidas no quadro abaixo fazem referência a uma lagoa de aproximadamente 22,5 metros de profundidade e com rendimento de 53% de areia, é importante ressaltar que uma lagoa de um hectare demora em média 5 anos para esgotar totalmente seu estoque de areia.

**Tabela 4-** Estimativa de renda bruta e custos da recuperação de um hectare de área degradada pela mineração de areia, nos municípios de Seropédica e Itaguaí-RJ.

<b>Especificação</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor unitário (R\$)</b>	<b>Valor total (R\$)</b>	<b>Valor total %</b>
Areia	m <sup>3</sup> /há	-		120.000,00	-
Preço final da areia	m <sup>3</sup>	1		12,00	-
Faturamento bruto	ha	1		1.440.000,00	-
<b>Insumos</b>					
Mudas+transporte	unidade	2.500	0,56	1.400,00	0,524
Esterco bovino	litros	5.000	0,1	500,00	0,187
Fosfato de rocha	saca (50)	4	38	152,00	0,057
FTE BR 12	saca (50)	1/2	107	53,5	0,020
Formicida (Sufuramida)	1/2 Kg	4	3,85	15,40	0,006
<b>Sub-total</b>				<b>2.120,90</b>	<b>0,794</b>
<b>Mão de obra</b>					
abertura de covas	unidade	2.500	0,15	375,00	0,140
Plantio + adubação de mudas	unidade	2.500	0,10	250,00	0,094
Controle á formigas	diária	1/2	15,00	7,50	0,003
Coroamento	diária	1/2	15,00	7,50	0,003
Encargos trabalhistas				512,00	0,192
<b>Sub-total</b>				<b>1.152,00</b>	<b>0,431</b>
<b>Construção de Talude</b>					
Aluguel de caminhão	hora	1.600	60,00	96.000,00	35,918
Aluguel de pá mecânica	hora	1.200	60,00	72.000,00	26,939
Aluguel de escavadeira	hora	200	120,00	24.000,00	8,980
<b>Aterramento de lagoa de rejeito</b>					
Aluguel de caminhão	hora	1.000	60,00	60.000,00	22,449
Aluguel de trator	hora	200	60,00	12.000,00	4,490
<b>Sub-total</b>				<b>264.000,00</b>	<b>98,775</b>
<b>Total</b>				<b>267.272,90</b>	<b>100,000</b>

## 6 CONCLUSÕES

As espécies que apresentaram maior crescimento para as variáveis analisadas em rejeito foram: Sabiá, Samam, Artemisiana e Gliricidia. E nas áreas de talude foram: Guachapele, Sabiá, Samam, Gliricidia e Holosericea;

As áreas de talude são mais favoráveis ao desenvolvimento das plantas;

A grande quantidade de serapilheira depositada indica que as leguminosas estão sendo eficientes em melhorar as condições do substrato;

O custo da recuperação, foi elevado devido as operações mecânicas, relativas construção de taludes e aterramento das lagoas de rejeito.

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Foram introduzidas mais de 40 espécies de plantas leguminosas e não leguminosas fixadoras de nitrogênio, dentre estas foram plantadas mudas de espécies exóticas, nativas, pioneiras, secundárias e climáticas, no entanto o índice de mortalidade das plantas não LFN, era superior a 10% enquanto as LFN ficou em torno de 2%, isto fez com que os mineradores optasse cada vez mais em fazer uso de leguminosas florestais, pois economizavam em adubo, mão de obra, mudas e tinham um efeito visual mais rápido.

Dois anos após a execução do projeto, os operários relatam que há o reaparecimento de alguns animais silvestres que há muito tempo, não eram vistos nestas áreas como pássaros, lagartos, cobras, capivaras, etc. Evidenciando que o ecossistema vem retomando suas funções. Observa-se também a presença de regeneração natural, diferentes das espécies introduzidas no ambiente.

A sociedade se atenta muito para a quantidade de areia que é extraída e se esquece que talvez o foco principal deste pólo de extração mineral deveria ser os cuidados para que não haja contaminação do tão escasso recurso água.

A condução desse trabalho, nos leva a sugerir a continuidade dos estudos nessa área, visando avaliar outros parâmetros que possam retratar com mais clareza a real situação ecológica da área, indicando o grau de efetividade

das espécies plantadas em restabelecer condições para que a sucessão ecológica possa prosseguir na área.

## 8 BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, R. O. P. O. **Revegetação de áreas mineradas: Estudo dos procedimentos aplicados à mineração de areia.** 2002. 160p. Dissertação (Mestrado em engenharia) - Universidade de São Paulo, SP.

CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M.; DIAS, L. E.; CASTILHO, A. F.; FORTES J. L. O.; NETO, D. C.; CERQUEIRA L. S.; MOREIRA, J. F.; RESENDE A.S. **Revegetação de áreas degradadas pela mineração e processamento de bauxita.** Embrapa *Agrobiologia*, 2005.

CAMPELLO, E. F. C. **Sucessão vegetal na recuperação de áreas degradadas.** UFV, p. 183-196, 1998. In: Dias, L. E. e Mello, J. W. V. (eds). *Recuperação de áreas degradadas.* UFV, Viçosa, 251pg. 1998.

CAMPELLO, E. F. C., FRANCO, A. A. **Estratégia de recuperação de áreas degradadas.** Seropédica: Embrapa *Agrobiologia*, 2001. 18p.

CAMPELLO, E. F. C. **A influência de leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio na sucessão vegetal em áreas degradadas na Amazônia.** 1999. 121p. Dissertação (Tese de doutorado). Universidade Federal de Viçosa - MG.

DAVIDE, A. C. Seleção de espécies vegetais para a recuperação de áreas degradadas. In. Simpósio Sulamericano, 1 ;simpósio nacional Recuperação de Áreas Degradadas - DAS, 2., 1994, Foz do Iguaçu. **Anais...** Curitiba, FUPEF, p. 111-122, 1994.

FERREIRA, A. P., PEREIRA, M. P. S.; RESENDE, A. S. Avaliação do crescimento de espécies de leguminosas em áreas de empréstimo em processo de reabilitação, Seropédica/Itaguaí,RJ. **XV jornada de iniciação científica** , UFRRJ, 2006.

CARVALHO, S. R.; ALMEIDA, D. L.; ARONOVICH, S.; FILHO, S. T. C.; DIAS, P. F.; FRANCO A.A. Recuperação de áreas degradados do Estado do Rio de Janeiro. Seropédica: **Embrapa Agrobiologia**, nov. 1998. 14p. (Documento 76, ISSN 0104-6187).

COSTA, G. S., **Ciclagem de nutrientes em uma área degradada revegetada com leguminosas arbóreas e em um um fragmento florestal em crescimento secundário (capoeira)**. 1998. 87p. Dissertação (mestrado em Geociência-Gequímica)- Universidade Federal Fluminense, 1998.

COSTA , G. S.; DASMACENO, R. N.; ANDRADE A. G.; FARIA, S.M. Dinâmica de nutrientes em plantios de *Mimosa caesalpinifolia* e *Acacia mangium* em planossolos. In. Congresso Brasileiro de Geoquímica, 6., 1997, Salvador. **Anais...**2v p.570-571.

FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; DIAS, L. E.; FARIA, S. M. de. Uso de leguminosas associadas a microrganismos na revegetação de áreas de mineração de bauxita em Porto Trombetas -Pa. Seropédica: **Embrapa Agrobiologia**, 1996. 69 p. (EMBRAPA-CNPAB. Documentos, 27).

FRANCO, A.A.; CAMPELLO, E. F. C.; CAMPELLO, E.F.C.; SILVA, E.M.R.; FARIA, S.M. Revegetação de Solos Degradados. Comunicado técnico. Nº 09, out./92, p. 1-9 dez./92 Ver. Mad. **Embrapa Agrobiologia**, dez.. 1992. 9p.

FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; CAMPELLO, E.F.C. **Manejo nutricional integrado na recuperação de áreas degradadas e na sustentabilidade dos sistemas produtivos utilizando a fixação biológica de nitrogênio como fonte de nitrogênio**, p. 202-220, 2005.

HAERTAL, F. Extração de areia no pólo de Seropédica Itaguaí , Rio de Janeiro. **Revista Areia & Brita** , ANEPAC - Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados Para a Construção Civil. Julho/ Agosto/ Setembro, nº. 31, p. 32-38, 2005.

IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação/ IBAMA.** Brasília: IBAMA, 1990.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B.; OLIVEIRA, R. E. ; MORAES, L. F. D. **Restauração de mata ciliar. Manual para restauração de matas ciliares e microbacias.** Projeto Planagua, Secretaria de Estado do meio ambiente e desenvolvimento sustentável. 104p. 2002.

KOBIYAMA, M., MINELLA, L.P.G., FABRIS, R., **Áreas degradadas e sua recuperação. Informe Agropecuário,** Belo Horizonte, V.22, nº. 210, p. 10-17, 2001.

**NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1977.** Leucena: Promising forage and tree crop for the tropics. Woshington, D. C., 100 p. In: FRANCO, A. A. e SOUTO S. M., *Leucaena leucoccephala - uma leguminosa com múltiplas utilidade para os trópicos.* 1986, 7 p. (EMBRAPA-CNPBS. Comunicado Técnico, 2).

OLDMAN, L. R. The global extent of soil degradation. In: GREENNLAND, D.J,; SZABOCLS, (Ed.). **Soil resiliense and sustentable land use.** Wallingtord: CAB international, 1994. p.99-118.

RESENDE, A.V., KONDO, M.K. Leguminosas e recuperação de áreas degradadas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, V.22, n. 210, p. 46-56, 2001.

RESENDE, A. S., MACEDO, M. O., CAMPELLO, E. F. C., FRANCO, A. A. Recuperação de áreas degradadas através da reengenharia ecológica. **Embrapa Agrobiologia**, Seropédica-RJ, p.315-340, 2006.

SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. **Biotecnologia do solo: Fundamentos e perspectivas**. Brasília: MEC/ESAL/FAEPE/ABEAS, 1988. 236 p.

SILVA, L. F.da; MENDONÇA, J. R. Comportamento da Gliricidia (*G. sepium*) em solos de tabuleiro do sul da Bahia. **Revista árvore**, Ilhéus Cepac/centro de pesquisa do cacau, 1995. 15p.

## 9 ANEXOS

Os trabalhos na tentativa de reabilitação das áreas degradadas na mineração de areia de Seropédica e Itaguaí, vem sendo desenvolvidos desde 2003. Estão sendo apresentadas as Figuras 13 até a Figura 21 algumas cenas, mostrando o tipo de substrato, plantio e o desenvolvimento de leguminosas arbóreas, nas áreas de rejeito e de talude de alguns areais de seropédica e Itaguaí.



**Figura 9** - Área de rejeito pronta para o plantio.



**Figura 10** - plantio demonstrativo de mudas em área de rejeito.



**Figura 11** - Plantio em talude de LFN 30 DAP.



**Figura 12** - Mostrando o tipo de substrato em Área de talude em plantio experimental 30 DAP.



**Figura 13** - Mostrando o tipo de substrato em área de talude e Samanea samam 90 DAP.



**Figura 14** - Antiga área de rejeito 60 DAP.



**Figura 15** - Plantio de LFN Mostrando Sabiá, Leucena, Saman em área de talude com LFN 180 DAP.



**Figura 16** - Mostrando *Mimosa artemisiana*, *Samanea saman*, *Mimosa caesalpinifolia* em área de rejeito 20 meses após o plantio.



**Figura 17** - Mostrando *Samanea saman* e *Mimosa caesalpinifolia* em área de talude 20 meses após o plantio.



