



RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS ATRAVÉS DA INTRODUÇÃO  
DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS E DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS NO  
ESTADO DO RIO DE JANEIRO

*Sylvio Romero de Carvalho*  
*Sérgio Trabali Camargo Filho*  
*Salomão Aronovich*  
*Francesco Palmieri*  
*Philippe Blancaneaux*  
*Paulo Francisco Dias*  
*Jair Nascimento da Silva*



**República Federativa do Brasil**

*Presidente:* Fernando Henrique Cardoso

***Ministério da Agricultura e do Abastecimento***

*Ministro:* Marcus Vinicius Pratini de Moraes

***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)***

*Presidente:* Alberto Duque Portugal

*Diretores:* Elza Ângela Battaglia Brito da Cunha  
José Roberto Rodrigues Peres  
Dante Daniel Giacomelli Scolari

***Embrapa Solos***

*Chefe Geral:* Doracy Pessoa Ramos

*Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento:* Celso Vainer Manzatto

*Chefe Adjunto de Apoio e Administração:* Paulo Augusto da Eira



---

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa de Solos  
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS ATRAVÉS DA INTRODUÇÃO DE  
GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS E DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS NO ESTADO DO  
RIO DE JANEIRO

*Sylvio Romero de Carvalho  
Sérgio Trabali Camargo Filho  
Salomão Aronovich  
Francesco Palmieri  
Philippe Blancaneaux  
Paulo Francisco Dias  
Jair Nascimento da Silva*

Rio de Janeiro, RJ

2000

Copyright © 2000. Embrapa  
Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa n° 18

***Projeto gráfico e tratamento editorial***

André Luiz da Silva Lopes  
Jacqueline Silva Rezende Mattos

***Revisão de Português***

Júlio Roberto Pinto Ferreira da Costa

***Normalização bibliográfica***

Maria da Penha Delaia

***Revisão Final***

Jacqueline Silva Rezende Mattos

***Embrapa Solos***

Rua Jardim Botânico, 1.024  
22460-000 Rio de Janeiro, RJ  
Tel: (21) 2274-4999  
Fax: (21) 2274-5291  
E-mail: sac@cnps.embrapa.br  
Site: <http://www.cnps.embrapa.br>

***Todos os direitos reservados.***

***A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei no. 9.610).***

Catálogo-na-publicação (CIP)  
Embrapa Solos

---

Recuperação de áreas degradadas através da introdução de gramíneas forrageiras e leguminosas arbóreas no Estado do Rio de Janeiro / Sylvio Romero de Carvalho ... [et al.] . - Rio de Janeiro : Embrapa Solos, 2000.  
CD-ROM. - (Embrapa Solos. Boletim de Pesquisa ; n. 18).

ISSN 1517-5219

1. Solo - Área degradada - Recuperação. 2. Gramínea forrageira - Cultivo. 3. Leguminosa arbórea - Cultivo. I. Carvalho, Sylvio Romero de. II. Camargo Filho, Sérgio Trabalí. III. Aronovich, Salomão. IV. Palmieri, Francesco. V. Blancaneaux, Philippe. VI. Dias, Paulo Francisco. VII. Silva, Jair Nascimento da. VIII. Embrapa Solos. IX. Série.

CDD (21. ed.) 631.478142

---

# AUTORIA

Sylvio Romero de Carvalho<sup>1</sup>

Sérgio Trabali Camargo Filho<sup>2</sup>

Salomão Aronovich<sup>2</sup>

Francesco Palmieri<sup>1</sup>

Philippe Blancaneaux<sup>3</sup>

Paulo Francisco Dias<sup>2</sup>

Jair Nascimento da Silva<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> Pesquisadores da Embrapa Solos.

<sup>2</sup> Pesquisadores da Pesagro-RJ/Estação Experimental de Itaguaí.

<sup>3</sup> Pesquisador do Orston - França.

<sup>4</sup> Técnico Agrícola da Pesagro-RJ/Estação Experimental de Itaguaí.

# SUMÁRIO

Resumo • vii

Abstract • ix

- 1 INTRODUÇÃO • 1
- 2 REVISÃO DE LITERATURA • 6
  - 2.1 O Solo • 6
  - 2.2 Perfil pedológico e cultural • 6
  - 2.3 Solos da região serrana no Estado do Rio de Janeiro • 7
  - 2.4 Características gerais dos Argissolos Vermelho-Amarelos • 7
  - 2.5 Características gerais dos Latossolos Vermelho-Amarelos • 8
  - 2.6 Características gerais dos Cambissolos • 10
  - 2.7 Recuperação do solo • 11
  - 2.8 Uso de plantas forrageiras na recuperação de solos degradados • 12
  - 2.9 Evolução das formas de erosão • 13
- 3 A METODOLOGIA DE PATY DO ALFERES • 15
  - 3.1 Gramíneas utilizadas • 15
  - 3.2 Leguminosas utilizadas • 16
  - 3.3 O Experimento • 17
  - 3.4 Adubação • 17
  - 3.5 Perfil cultural • 18
- 4 RESULTADOS • 19
  - 4.1 Gramíneas • 19
  - 4.2 Leguminosas • 24
  - 4.3 Recuperação dos horizontes • 26

4.3.1	Primeiro ano	• 26
4.3.2.	Segundo ano	• 30
4.4	Comparação das raízes de gramíneas com as de leguminosas arbóreas	• 34
4.5	Validação da pesquisa nas regiões norte e noroeste do Estado do Rio de Janeiro	• 36
4.6	Considerações finais	• 38
5	CONCLUSÕES	• 39
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	• 40

## RESUMO

O município de Paty do Alferes está situado na região subtropical montanhosa da Mata Atlântica do Estado de Rio de Janeiro. A erosão e seus associados efeitos representam sérios problemas ao ambiente. A principal razão para a erosão nesta região, é a utilização de solos inapropriados para agricultura anual associado a sistemas agrícolas não adequados as condições pedo-ambientais. O principal objetivo foi implantar módulos de pesquisa na fazenda, para recuperar áreas agrícolas/hortícolas degradadas, em topografia forte ondulada com 40% de declive, apresentando vários sulcos ao longo do declive. Os resultados mostraram que os módulos sob *Brachiaria brizantha* cv marandu e *Digitaria swazilandensis* (grama Swazi) foram os mais eficientes na produção de massa seca, mas a grama Swazi apresentou melhores efeitos nas propriedades dos solos. Os módulos com leguminosas arbóreas mostraram que a *Erytrina velutina* (Eritrina), *Acácia mangium* (Acácia) e *Mimosa caesalpinaefolia* (Sabiá) foram os mais eficientes para o conjunto de parâmetros estudados.

*Termos de indexação:* gramíneas forrageiras, recuperação de áreas degradadas, leguminosas arbóreas.



## ABSTRACT

### RECOVERY OF DEGRADED AGRICULTURAL LAND BY INTRODUCTION OF FODDER GRASSES AND ARBOREOUS LEGUMINOUS PLANTS IN RIO DE JANEIRO STATE, RJ

Paty do Alferes County is located in the mountainous subtropical part of the Mata Atlântica forest region of the State of Rio de Janeiro. Soil erosion and many associated effects pose serious problem to the environment. The main reason for soil erosion in this region, are farming systems and land use not suitable to the pedoenvironmental conditions. The main goal was to set up on-farm research sites for recovering degraded agricultural/horticultural land on a rolling topography area with 40% slope gradient, showing several downhill gullies. The results showed that the on-farm sites under *Brachiaria brizantha cv marandu* and *Digitaria swaziladensis* (Swazi grass) were the most efficient in producing dry matter, but the swazi grass had better effect on soil properties. The arboreous leguminous sites showed that *Erytrina velutina* (Eritrina), *Acacia mangium* (Acácia) and *Mimosa caesalpinaefolia* (Sabiá) were the most efficient for the set of studied parameters.

*Index terms:* fodder grasses, land reclamation, arboreous leguminous plants

## 1 INTRODUÇÃO

O solo é um recurso natural não renovável. A camada que a natureza levou milhões de anos para construir, o homem em pouco tempo consegue destruir. A degradação de ecossistemas tropicais é grave em várias regiões do mundo. Entretanto, essa situação é mais drástica se considerarmos que talvez mais da metade das terras historicamente cobertas pelas florestas tropicais pluviais encontram-se desmatadas.

O Estado do Rio de Janeiro está inserido em sua totalidade no Bioma Mata Atlântica, o qual devido aos vários ciclos de ocupação intensa e desordenada apresenta um grau elevado de degradação. Existem ainda fragmentos florestais de matas secundárias, em geral, que servem como testemunho da mata original da região e como refúgio da fauna remanescente. Tais fragmentos se encontram, geralmente, em locais de difícil acesso e apenas por isso mantiveram-se conservados por mais tempo. Mesmo assim a pressão exercida pelas atividades extrativistas, bem como pela expansão da agropecuária sobre os remanescentes de mata, é grande. Os registros sobre ocupação do espaço territorial sugerem a ocorrência de quatro ciclos econômicos, sendo: da madeira e cana (1779 a 1830), do café (1830 a 1920), da pecuária extensiva (1920 a 1950) e de produção de grãos, principalmente arroz, olerícolas, fruteiras e da pecuária mista a partir de 1950.

Atualmente a olericultura e a pecuária são as principais atividades econômicas. A produtividade vem decaindo ano após ano e a degradação ambiental vem aumentando, devido à utilização de áreas impróprias a atividades agrícolas e/ou à utilização de práticas de manejo e conservação de solo e água não adequadas às condições de relevo movimentado. A utilização de práticas de aração morro abaixo vem provocando o arraste dos horizontes superficiais do solo, a degradação ambiental, diminuindo a produtividade e aumentando o empobrecimento do agricultor, o qual sai a procura de novas áreas ou migrando para os centros urbanos, deixando para trás áreas assoreadas (Figura 1) e/ou repletas de sulcos no sentido do declive, os quais já evoluíram ou evoluirão para voçorocas (Figura2).



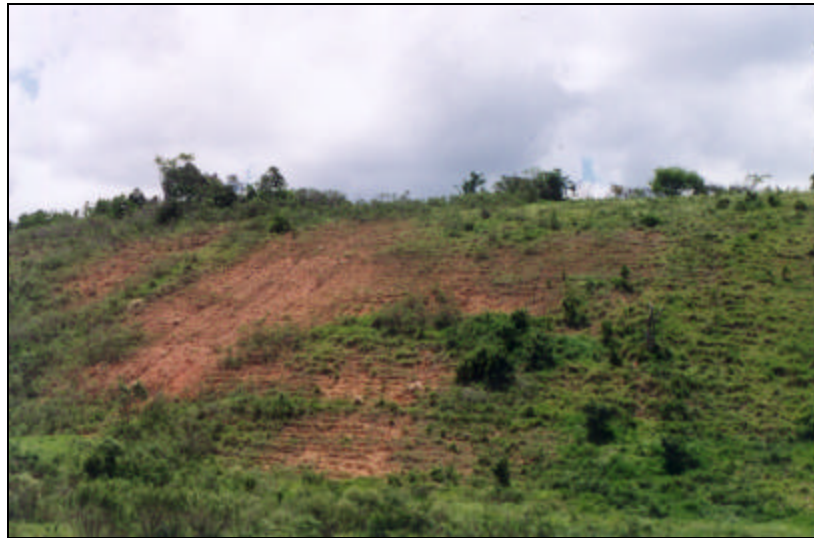
**Figura 1. Detalhe de assoreamento.**



**Figura 2. Evolução de sulcos para voçorocas.**

A fauna e flora têm sido os indicadores nos estudos e/ou metodologias de recuperação de ambientes degradados. Entretanto, o solo, que é um dos fatores de maior importância nesses ecossistemas, tem sido pouco estudado. Na maioria dos casos, ele é visto como sustentação, tanto para a vegetação existente como para aquela que será implantada.

No Estado do Rio de Janeiro a degradação dos solos é cada vez mais intensa. A área útil para a agricultura tem sido reduzida e as pastagens existentes cada vez mais apresentam menor capacidade produtiva (Figuras 3, 4 e 5).



**Figura 3. Degradação no município de Paty do Alferes, RJ.**



**Figura 4. Degradação no município de Italva, RJ.**



**Figura 5. Degradação no município de Santo Antônio de Pádua, RJ.**

A prática de aração “morro-abaixo” é um dos fatores de degradação na zona de cultivo, pela perda dos horizontes superficiais, levando ao assoreamento dos mananciais hídricos, valões de drenagens, córregos e rios (Figura 6).



**Figura 6. Sulcos provocados pela aração “morro-abaixo”.**

Nota-se pela Figura 6 que a erosão inicialmente laminar já evolui para erosão em sulcos.

Nos municípios onde a atividade principal é a cultura de hortaliças, em áreas com declives acentuados e sem observância dos princípios conservacionistas, aparecem em grande escala os prejuízos causados aos solos pela perda quase total do horizonte superficial, e pela

sua atividade biológica é fundamental à implantação e desenvolvimento de culturas e pastagens. Nem mesmo alta doses de fertilizantes é capaz de devolver ao ambiente sua riqueza potencial perdida pelos efeitos da erosão e pela lixiviação. O mesmo acontece na Região Serrana, maior produtor de hortaliças do estado. No que tange às áreas de pastagens em terrenos muito declivosos, muito comuns no estado, a “aração morro abaixo” feita por ocasião do plantio, sem adoção de manejo adequado, vem degradando essas áreas em tal grau que sua recuperação não é fácil, quadro que se dramatiza na região noroeste do estado.

A estratégia para a recuperação dessas áreas degradadas deve basear-se em ações que promovam a cobertura do solo, a reciclagem de nutrientes e a melhoria do aporte de matéria orgânica, viabilizando, com isso, o estabelecimento de espécies vegetais mais exigentes (Baggio & Carpanessi, 1987). A recomposição ambiental poderá ser feita tanto pela implantação de gramíneas criteriosamente escolhidas quanto por leguminosas arbóreas, como forma de vegetar o terreno e reduzir a erosão.

O objetivo deste trabalho é mostrar, por meio de pesquisas e validação de experiência em nível de agricultor, que a implantação de gramíneas forrageiras perenes pode recuperar em parte o teor de matéria orgânica original dos solos, perdido pela erosão; aumentar a reciclagem de nutrientes nos horizontes superficiais e estabelecer pastagens de boa qualidade em áreas de topografia acidentada.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 O Solo**

Todas as sociedades humanas usam o solo, cada uma a seu modo: agricultura, criação, florestas, mineração, fins urbanos, etc. Portanto, o solo é essencial, ele faz parte do dia-a-dia dos homens. Mas, apesar disso, é pouco conhecido, inclusive por aqueles que o usam diretamente, como os agricultores, que têm conhecimentos superficiais, simplificados e intuitivos sobre o mesmo (Ruellan, 1990).

Sob o ponto de vista de definição, o solo constitui um sistema que pode ser considerado sob diferentes enfoques. Para o pedólogo, o perfil, em seu conjunto, representa a consequência de uma evolução, sendo os horizontes a resultante da ação dos diferentes processos e mecanismos pedogenéticos que produziram a diferenciação do perfil. De uma maneira geral, o solo pode ser definido como “um conjunto de indivíduos naturais tridimensionais, resultante da ação integrada do clima e organismos sobre o material de origem, condicionado pelo relevo em diferentes períodos de tempo, apresentando características que constituem a expressão do(s) processo(s) e mecanismo(s) dominante(s) na formação do solo”.

### **2.2 Perfil pedológico e cultural**

O exame do perfil pedológico consiste em observar e caracterizar os diferentes horizontes que o constituem. Observa-se, portanto, a variabilidade interna dos aspectos do solo. Essa variabilidade se manifesta por mudanças de cor, textura, estrutura, comportamento físico etc. Elas são ao mesmo tempo verticais e laterais.

O conceito de perfil cultural, dentre tantos que a ciência tem criado para caracterizar o solo, expressa mais especificamente as ações humanas sobre a diferenciação pedológica. Por definição, o perfil cultural seria “o conjunto constituído pela sucessão de camadas de terra individualizadas pela intervenção dos instrumentos de cultivo, pelas raízes dos vegetais e pelos fatores naturais que regem essas ações” (Henin, et al. 1969).

O perfil pedológico e o perfil cultural, mesmo que pareçam diferir, por razões de escala (tempo, espaço, etc.) ou de finalidade, devem caracterizar o solo e permitir diagnósticos ligados aos diferentes sistemas de cultivo e de populações vegetais.

Os dois métodos de descrição e caracterização dos perfis (pedológico e cultural) se assemelham (utilizam os mesmos critérios), são complementares e, ao serem reunidos, somam informações na caracterização morfológica e funcional global de um perfil pedológico antropizado.

A descrição de um perfil cultural pode ser realizada ao longo de todo o ciclo vegetativo da cultura e o momento mais oportuno para a observação é determinado em função da época em que melhor se evidenciam os aspectos mais característicos do estado estrutural e suas conseqüências sobre a cultura.

As observações realizadas no curso das diferentes etapas de descrição morfológica do perfil cultural, associadas às determinações analíticas de laboratório e observações de campo, devem conduzir a um diagnóstico confiável e à prescrição de uma recomendação para o manejo do solo.

### **2.3 Solos da região serrana no Estado do Rio de Janeiro**

A caracterização e classificação das classes de solos foi elaborada de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999).

Os solos dessa região são formados principalmente por Argissolos Vermelho-Amarelos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Cambissolos e intermediários entre Argissolos e Latossolos e/ou Cambissolos.

### **2.4 Características gerais dos Argissolos Vermelho-Amarelos**

Compreende solos minerais bem drenados, com espessura em torno de 200cm e contraste nítido entre horizontes do tipo A, Bt e C. Essa classe caracteriza-se por apresentar horizonte B textural com capacidade de troca de cátions (valor T) inferior a 27cmol/kg de



argila, sem correção para carbono, saturação de bases variável e gradiente textural acentuado entre o horizonte A e Bt e com ocorrência ou não de horizonte iluvial E de coloração mais clara entre os horizontes A e Bt.

O horizonte superficial A é um horizonte organo-mineral, com matéria orgânica intimamente associada à fração mineral, moderadamente desenvolvido de coloração bruno-acinzentado muito escuro ou bruno escuro, com matiz 10YR, valor 3 ou 4 e croma em torno de 2. A textura varia entre franco arenosa e franco argilo-arenosa com ou sem ocorrência de cascalho. A estrutura predominante é do tipo granular moderada a forte desenvolvida.

O horizonte B textural é de textura argilosa ou muito argilosa, matiz vermelho-amarelado  $>2.5YR$  e  $\leq 5YR$ , valor entre 4 e 5 e croma de 4 a 6. A estrutura é do tipo em blocos subangulares e/ou angulares, pequena a média moderada e fortemente desenvolvida, apresentando revestimentos ou superfícies brilhantes de material inorgânico (cerosidade), nas faces das unidades estruturais. A consistência varia de dura a muito dura quando seco, friável quando úmido e plástica e pegajosa quando molhado.

O horizonte C normalmente apresenta percentagem de argila total menor que a do horizonte Bt suprajacente e com teores de silte bastante elevados proveniente do material de origem em várias fases de decomposição. Apresenta coloração variegada com matizes vermelho, cinzento, branco, bruno e preto provenientes da decomposição do substrato rochoso gnaissico.

Essa classe de solos é muito susceptível à erosão em sulcos e laminar devido a dinâmica de percolação da água ser binária, muito rápida/lenta, condicionada pela acentuada diferença textural entre os horizontes A e Bt, a qual reflete mudança abrupta da relação macro/micro porosidade entre os horizontes superficiais e subsuperficiais e a erosão, ainda é acelerada pelas vertentes íngremes do relevo forte ondulado e montanhoso.

## **2.5 Características gerais dos Latossolos Vermelho-Amarelos**

Essa classe é constituída por solos minerais com horizonte B latossólico, em geral, profundos e muito profundos, ocorrendo em menores proporções variedades pouco profundas

com presença de horizonte C antes de 80cm. A seqüência de horizontes é do tipo A, Bw e C e a transição entre os horizontes é gradual e difusa, sendo a distinção entre os horizontes pouco nítida ao longo do perfil e apresentando gradiente textural pouco diferenciado entre os horizontes A e Bw, apenas é nítido o contraste entre o horizonte superficial A e o subsuperficial Bw.

Apresentam argila de atividade baixa com capacidade de troca de cations (valor T) menor que 17cmol/kg de argila, sem correção para carbono. a saturação com alumínio trocável é alta com valores acima de 50% e baixo valores de soma e de saturação de bases. São solos muito porosos, de consistência friável a muito friável quando úmidos e plástico e pegajoso quando molhados e o teor de argila aumenta gradualmente com a profundidade até a camada C.

O horizonte A apresenta, geralmente, cores brunadas com matiz 10YR, textura franco-argilo-arenosa ou argilosa e estrutura formada por agregados do tipo granular moderadamente desenvolvidos.

O horizonte Bw apresenta estrutura em blocos fracamente desenvolvidos e/ou ultra pequena granular fortemente desenvolvida com aspecto de maciça e cores de matizes vermelho-amarelado  $>2.5YR$  e  $\leq 5YR$ , valor variando de 4 a 6 e croma de 6 a 8.

O horizonte C ocorre normalmente a profundidades superiores a 2 metros, e apresenta textura siltosa e coloração variegada proveniente do substrato rochoso semi-alterado.

Essa classe de solos apresentam susceptibilidade à erosão nula à ligeira nas condições naturais, porém, sob utilização agropecuária, com praticas de manejo inadequadas, são facilmente compactáveis, ocorrendo erosão laminar forte e não raro os horizontes superficiais são carregados pelas águas que escorrem superficialmente, devido à compactação. O relevo forte ondulado e montanhoso das regiões serranas favorece a aceleração dos processos erosivos.

## 2.6 Características gerais dos Cambissolos

Essa classe compreende solos minerais rasos ou pouco profundos, em geral, bem drenados com seqüência de horizontes A, Bi e C. o horizonte Bi (incipiente), apresenta na massa do solo mais de 5% de seu volume constituído de saprolito ou fragmentos de rocha intemperizados ou não, e menos que 50% de seu volume constituído por rocha não intemperizada. A espessura do *solum*, horizonte A+B, varia de 50 a 135cm e por vezes esse horizonte assemelha-se ao Bw (latossólico), no entanto apresenta espessura inferior a 50cm ou relação silte/argila em torno de 1,00 ou mais de 4% de minerais pouco resistente ao intemperismo.

Apresentam horizonte A moderado, proeminente e chernozêmico, com espessura de 15 a 40cm, cores que variam de bruno a preto (matizes geralmente de 5YR a 10YR, valores de 2 a 4 e cromas de 1 a 3), textura média e argilosa. A estrutura é moderada pequena e média granular e blocos subangulares, de consistência friável a muito friável quando úmido e plástica a muito plástica e pegajosa a muito pegajosa quando molhado, com transição para o horizonte Bi plana e gradual ou clara. O pH varia de 4,6 a 5,7, sendo, portanto, fortemente a moderadamente ácidos.

O horizonte Bi apresenta cores variadas desde avermelhadas até amareladas (matizes de 2,5YR a 10YR, valores de 4 e 5 e cromas de 3 a 6), eventualmente muito argilosa, e relação silte/argila entre 0,20 e 1,00. A estrutura é moderada e fraca média e pequena em blocos subangulares, de consistência friável a muito friável quando úmido e plástica a muito plástica e pegajosa a muito pegajosa quando molhado. Apresentam transição plana e gradual ou clara entre os subhorizontes. O grau de saturação por alumínio varia de 0 a 75%, e a saturação por bases de 5 a 80%. A fração argila tem atividade que varia de 7 a 21cmol/kg de argila sem correção do carbono.

O horizonte C ocorre normalmente a profundidades inferiores a 1 metro, e apresenta textura siltosa e coloração rósea e/ou variegada proveniente do substrato rochoso semi-alterado.

Essa classe de solo ocupa áreas frágeis, e por conseguinte apresenta susceptibilidade à erosão extremamente forte, normalmente, ocorre em cabeceiras de drenagens e/ou vertentes muito íngremes dos relevos forte ondulado e montanhoso. Ocorrem, em geral, em áreas erodidas, não raro associados a voçorocas e deslizamentos.

## 2.7 Recuperação do solo

A recuperação e a preservação do meio físico deve ser uma das metas prioritárias em qualquer atividade agrícola e as estratégias de manejo para solos de baixa aptidão agrícola baseiam-se no planejamento de uso de recursos naturais, minimização do processo erosivo e melhoria da fertilidade. Para cada estratégia existe um elenco de opções tecnológicas que necessitam ser ajustadas à realidade dos sistemas agrícolas predominantes (Merten, et al. 1994).

Quando se deseja recuperar uma área, o sentido de recuperação é a reparação dos recursos ao ponto em que sejam suficientes para restabelecer a composição e frequência das espécies encontradas originalmente no local (Griffith, 1980). Entretanto, há que se considerar que parte da área deve continuar desmatada, de modo a permitir a produção vegetal e animal para utilização humana. Por isso, além de estudar a revegetação com espécies consideradas originais da região, é necessário que se estudem métodos para recuperar as áreas de culturas e as pastagens degradadas.

Há casos em que o uso de gramíneas forrageiras pode favorecer essa recuperação (Aronovich & Carvalho, 1993). Além disso, as pastagens, quando formadas e manejadas adequadamente, podem diminuir perdas por erosão e/ou lixiviação mais eficientemente do que outras culturas, pois, além de reduzir a perda de água do solo, evitam o impacto direto da gota d'água sobre o solo (erosão por embate). Aronovich & Mella (1990) citam perdas de solo em cultura de milho da ordem de 218t/ha em um ano e meio (duas culturas), enquanto que em pastagem bem manejada essa perda foi de 44kg/ha no mesmo período. A perda de água por escorrimento na cultura de milho foi de 40% da precipitação ocorrida, enquanto que na pastagem a perda foi menor que 5%.

Se considerarmos que são necessários 250 a 300 anos para que os fatores de formação interajam para formar 1cm de solo, poderemos notar, a fim de ilustração, segundo os dados apresentados por Bertoni (1965), que a mata e a pastagem podem ter saldo positivo, quando comparado com outros usos, no que se refere a perdas de solo (Tabela 1).

**Tabela 1. Efeito do uso do solo sobre as perdas por erosão.**

Uso do solo	Perdas		Tempo de desgaste de uma camada de 15cm de solo (Anos)
	Solo t/ha	Água em % sobre a chuva	
Mata	0,004	0,7	440.000
Pastagem	0,4	0,7	4.000
Cafezal	0,9	1,1	2.000
Algodão	26,6	7,2	70

Fonte: adaptado de Bertoni (1965).

Em se tratando de solo nu, numa declividade de apenas 9% a perda de solo é da ordem de 200t/ha/ano. Isso ocasiona a perda de aproximadamente 10cm de solo em sete anos (Carvalho, 1990).

## 2.8 Uso de plantas forrageiras na recuperação de solos degradados

Numa área degradada pela cultura de cana-de-açúcar durante 35 anos e posteriormente vegetada com gramínea forrageira (*Paspalum maritimum* - grama Pernambuco), Carvalho, et al. (1993) verificaram que após sete anos o horizonte superficial foi parcialmente regenerado, tendo aumentado as disponibilidades de cálcio, magnésio, potássio e fósforo, além de ter elevado o pH e diminuído o teor de alumínio trocável. A regeneração da camada superficial pode ser atribuída à renovação anual de boa parte do sistema radicular da gramínea. Essa decomposição ocorre principalmente nos primeiros 30cm de solo. Raízes finas se aprofundam no perfil e penetram em camadas compactadas, facilitando a reciclagem de nutrientes para os horizontes de superfície. De maneira geral as raízes de gramíneas quando decompostas,

melhoram o aporte de carbono nos horizontes superficiais, devido a baixa relação C/N, aumenta a porosidade, a capacidade de infiltração e a retenção de água.

As raízes de gramíneas podem estar envolvidas direta ou indiretamente no processo de estabilização da estrutura do solo. Diretamente, elas formam um emaranhado que desempenha um importante papel do ponto de vista físico, pois aproximam e protegem os agregados do solo, especialmente os macroagregados com tamanho maior do que 250 $\mu$ . Indiretamente, tanto pela exsudação quanto pelo que acontece após a decomposição, elas fornecem materiais orgânicos estabilizantes e deposições de carbono abaixo da superfície, materiais estes de maior importância para a manutenção da estrutura do solo (Alvarenga et al. 1995).

## **2.9 Evolução das formas de erosão**

A erosão hídrica tem início com o impacto da gota de chuva diretamente sobre o solo (embate). A energia dissipada pelo impacto da gota de chuva é cerca de 100 vezes maior do que a energia da enxurrada e constitui a principal fase do processo erosivo. Devido a esse impacto há o desprendimento das partículas dos agregados do solo, que, ao se dispersarem, mais facilmente são transportados. O impacto das gotas causa o selamento superficial do solo (encrostamento) e dispersa partículas coloidais. Essas partículas dispersas podem também penetrar (processo de iluviação) nos poros, diminuindo a capacidade de infiltração da água (Sparovek, 1992).

Quando a intensidade da chuva for maior do que a infiltração de água no solo, inicia-se a enxurrada. Esse fluxo superficial de água possui uma certa capacidade de transporte de partículas, que cresce com o aumento do volume, velocidade e turbilhonamento da água, dando início à erosão laminar. Nessa fase a enxurrada transporta os sedimentos originados pela erosão por embate (Sparovek, 1992; Merten, et al. 1994).

O volume da enxurrada depende da razão infiltração/precipitação, do tempo de duração da chuva e da declividade do terreno. A velocidade do deflúvio relaciona-se principalmente com a declividade, o comprimento da vertente e a rugosidade da superfície (Sparovek, 1992; Merten, et al. 1994). Quando a enxurrada, em função das forças de cisalhamento, remove partículas do solo, dá-se o início da erosão em sulcos.

Os fatores ambientais que determinam os padrões de vegetação ainda são pobremente entendidos. Estudos descritivos sugerem que os solos e o relevo influenciam a natureza da cobertura vegetal (Story, 1967; Pedley & Isbell, 1971). Trabalhos experimentais feitos por Moore (1959), visando a determinação dos fatores do solo envolvidos, indicaram diferenças significativas no “status” nutricional dos solos, demonstrando comunidades bem definidas.

A proteção do solo contra o impacto das gotas de chuva deve-se ao efeito das coberturas vegetais e também dos resíduos culturais que permanecem na superfície. A presença dos resíduos, por sua vez, é importante no período entre o preparo do solo e estabelecimento das culturas, pois nesta fase as plantas proporcionam pouca proteção. Nas demais fases, as culturas e as ervas daninhas cobrem de forma eficiente a superfície do solo (Merten, et al. 1994).

A velocidade com que determinada espécie cobre o solo tem grande influência no processo erosivo, pois no período inicial de crescimento das culturas o solo se encontra desprotegido e, portanto, mais suscetível à erosão (Amado et al. 1987).

A utilização de algumas práticas que visam a melhoria da fertilidade dos solos deve ocorrer somente após a implementação das alternativas de controle do processo erosivo. O incremento da fertilidade baseia-se no aumento da biomassa adicionada ao solo, na redução dos níveis tóxicos de alumínio e manganês e no aumento e manutenção dos teores de nutrientes em níveis adequados para suprir as necessidades das plantas. Um aspecto a ser considerado para o incremento da biomassa nos solos de baixa fertilidade é evitar a queima dos resíduos culturais. Além do aporte de biomassa pelos resíduos, deve-se considerar a quantidade de nutrientes reciclados que se perdem (principalmente nitrogênio) quando os resíduos são queimados. Em algumas situações, o fósforo e o potássio também podem ser perdidos por erosão, uma vez que as cinzas são facilmente transportadas pela enxurrada (Merten, et al. 1994).

### 3 A METODOLOGIA DE PATY DO ALFERES

Trabalho realizado no município de Paty do Alferes trouxe informações que demonstram a capacidade de recuperação de solos de áreas degradadas, através da implantação de gramíneas forrageiras perenes.

#### 3.1 Gramíneas utilizadas

Para o estudo, foram usadas três gramíneas estoloníferas (“Coast-cross”, Tifton 85 e Suázi), de alto valor nutritivo para o gado e que proporcionam boa cobertura do solo após o estabelecimento e a *Brachiaria brizantha* (Marandu), muito difundida pelos pecuaristas do Brasil Central, utilizada desde baixadas até áreas acidentadas com alta declividade.

O capim “Coast-cross” é resultado de cruzamento interespecífico dentro do Gênero *Cynodon*. É perene, sem rizomas, com crescimento de 30 a 70cm de altura, podendo ser utilizado para pastejo direto ou fenação, resultando em material de boa qualidade. Seu comportamento perante a maioria das pragas de pastagens é bom, até mesmo quanto à cigarrinha (Maraschim, 1988).

O capim Tifton 85 também é um híbrido do Gênero *Cynodon*, de cor verde escuro, possuindo rizomas grandes. É muito palatável e seus talos finos permitem a confecção de fenos de boa qualidade (Burton, et al. 1993). Atinge mais de 50cm de altura, produz 26% mais matéria seca (MS) e para Mickenhagem (1996) é 11% mais digestível do que o capim “Coast-cross”.

O capim Suázi é uma gramínea perene, bastante agressiva, que imprime boa cobertura de solo, formando pequenos emaranhados de 2 a 20cm de altura, elevando os caules com inflorescência até 10 a 40cm de altura, porém não produz sementes viáveis. Sua agressividade impede o desenvolvimento de plantas invasoras (Maraschim, 1988). Vegeta nos trópicos e subtropicais em regiões com precipitações de 625 a 2500mm (Whyte, et al. 1959).



### 3.2 Leguminosas utilizadas

As leguminosas arbóreas foram utilizadas no presente trabalho visando fixação e aporte de nitrogênio (N) ao sistema, para servir de educação e preservação ambiental, assim como proporcionar renda extra ao produtor. Quatro espécies são nativas da mata atlântica do Estado do Rio de Janeiro: *Anadenanthera colubrina*, *Erythrina velutina*, *Peltophorum dubium* e *Senna siamea*. Uma espécie é endêmica do semi-árido do nordeste brasileiro, *Mimosa caesalpiniaefolia* (Pio Corrêa, 1926; Xavier, 1990; Lorenzi, 1992; Carvalho, 1994) e as demais são exóticas, provenientes da América do Sul *Calliandra surinamensis* e *Gliricidia sepium*, do México; *Leucaena leucocephala*, da Índia; *Anadenanthera peregrina*, da Austrália e *Acacia mangium* Ilhas do Pacífico (Pio Corrêa, 1926; Myre, 1971; Allen & Allen, 1981).

Essas leguminosas tem utilidade para diversos fins como é mostrado na Tabela 2.

**Tabela 2. Leguminosas utilizadas em Paty do Alferes, RJ.**

Número	Nome científico	Nome vulgar	Altura (m)	Diâmetro do caule (cm)	Fixa N	Finalidades
1	<i>Anadenanthera peregrina</i>	Angico do cerrado			Sim	Marcenaria, pioneira, lenha e carvão
2	<i>Calliandra surinamensis</i>	Caliandra	12	20	Sim	Entalhe, ornamentação, pioneira, alimentação de ruminantes, lenha e carvão
3	<i>A. colubrina</i>	Angico branco	20	60	Sim	Marcenaria, pioneira, lenha e carvão
4	<i>Erythrina velutina</i>	Eritrina	20	70	Sim	Caixotaria, moirão vivo entalhe e papel
5	<i>Peltophorum dubium</i>	Angico canjiquinha	20	90	Não	Marcenaria, papel, moirão, poste, pioneira, lenha e carvão
6	<i>Acacia mangium</i>	Acácia			Sim	Lenha, carvão e pioneira
7	<i>Senna siamea</i>	Cassia amarela	15	70	Não	Pioneira, marcenaria e caixotaria
8	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucena	8	15	Sim	Alimentação de ruminantes e pioneira
9	<i>Gliricidia sepium</i>	Gliricidia	8	20	Sim	Moirão vivo, poste e moirão
10	<i>Mimosa caesalpiniaefolia</i>	Sabiá	8	30	Sim	Marcenaria, moirão, poste, lenha e carvão

### 3.3 O experimento

Dois talhões foram implantados, em dezembro de 1995, em áreas degradadas de Argissolo Vermelho-Amarelo, distrófico, A moderado, textura média/argilosa, fase floresta tropical subcaducifólia relevo forte ondulado no município de Paty do Alferes.

Os talhões foram instalados em terço inferior de encosta, com aproximadamente 40% de declividade.

As parcelas de gramíneas, medindo 12,5 x 50,0m, foram localizadas em faixas no sentido do declive do terreno, e as leguminosas arbóreas foram plantadas espaçadas de 5,0 x 5,0m em dez linhas, tendo em cada linha as dez espécies em estudo.

O plantio das gramíneas foi realizado em 14/12/95, em curva de nível, e o preparo do terreno feito por aração com tração animal, também feita seguindo as linhas de nível, após uma roçada geral na área. A aradura do solo constituiu-se apenas dos sulcos de plantio e não da área toda.

Para o plantio da Braquiária, foram semeados 8,0kg/ha de sementes, no espaçamento de 70cm entre linhas. As demais gramíneas, por se propagarem por mudas, foram plantadas no sulco aberto pelo arado de boi, a uma distância de aproximadamente 1m.

Nas parcelas de cada gramínea (12,5 x 50,0m) foram realizados cortes para avaliação da MS e comparação entre capins

### 3.4 Adubação

A adubação de implantação, utilizada para todas as gramíneas, foi de 60kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha na forma de superfosfato simples, 60kg de K<sub>2</sub>O/ha na forma de cloreto de potássio e 40kg/ha de FTE (Br 16), aplicados no sulco de plantio. Cada gramínea recebeu depois do plantio duas limpezas de estabelecimento, exceto a Braquiária, que teve seu estabelecimento mais lento, recebendo por isso três limpezas. Essa limpeza constou de batida com enxadão para erradicar capim rabo-de-burro (*Sporobolus poiretii*) e o assa-peixe (*Boehmeria caudata*), que rebrotaram na área experimental.

As leguminosas foram plantadas em covas espaçadas de 5 x 5 metros, recebendo adubação de reforço de 100g de fosfato de rocha e 10g de FTE (Br-10) por cova.

### **3.5 Perfil cultural**

O método compreendeu as seguintes etapas: descrição e coleta de perfis pedológicos na implantação dos experimentos e o estudo da evolução do perfil durante o período do ensaio, baseando-se na identificação morfológica de diferentes compartimentos ou horizontes pedológicos.

Trinta dias após o plantio das gramíneas, foi realizada a descrição e coleta de um perfil do solo representativo, para servir de referência. Após um ano foram descritos e coletados quatro perfis, um em cada parcela de gramínea. Dois anos após o plantio outras seis descrições foram realizadas, um em cada gramínea e mais um próximo às leguminosas Sabiá e Acácia. Todas as descrições seguiram a metodologia utilizada por Peixoto et al. 1997.

O conjunto dos resultados, confirmados por diversas determinações realizadas no campo, tais como penetrometria vertical e horizontal e infiltração de água no solo, permitiu o estabelecimento das relações entre a condição estrutural do solo e o desempenho das culturas. A avaliação da recuperação da estrutura foi feita por comparação com a estrutura original do solo degradado, a qual foi descrita e caracterizada num perfil testemunha antes de implantar o experimento,. As descrições foram complementadas por diferentes determinações em laboratório, realizadas em amostras representativas, considerando os constituintes do solo, incluindo acidez, reservas minerais, complexo de troca catiônica, complexo orgânico (carbono, nitrogênio e frações húmicas), granulometria e mineralogia.

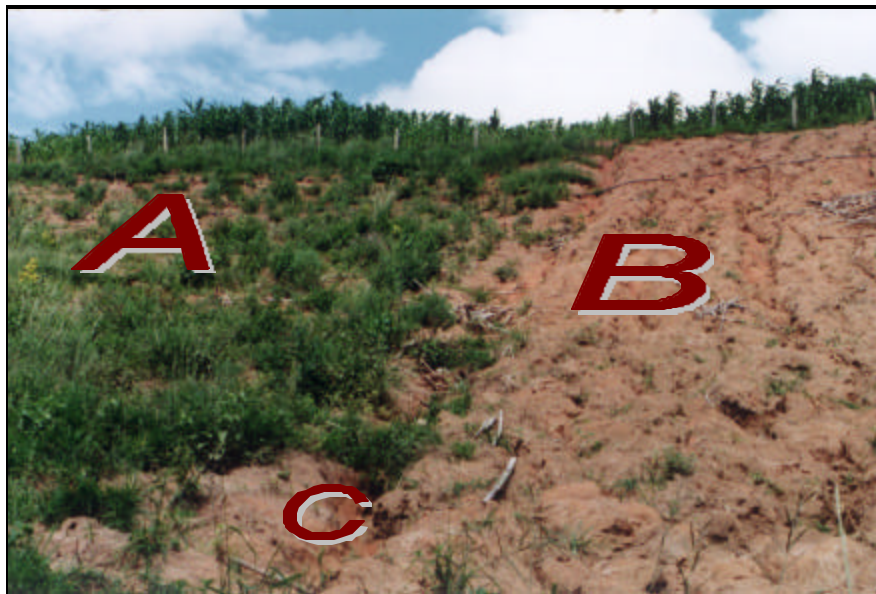
## 4 RESULTADOS

Os resultados tiveram por base o rendimento de matéria seca (MS) das gramíneas em estudo, desenvolvimento das leguminosas arbóreas, evolução dos perfis do solo e observações visuais da área experimental, documentadas através de fotografias, segundo a evolução dos talhões até o completo estabelecimento das gramíneas.

### 4.1 Gramíneas

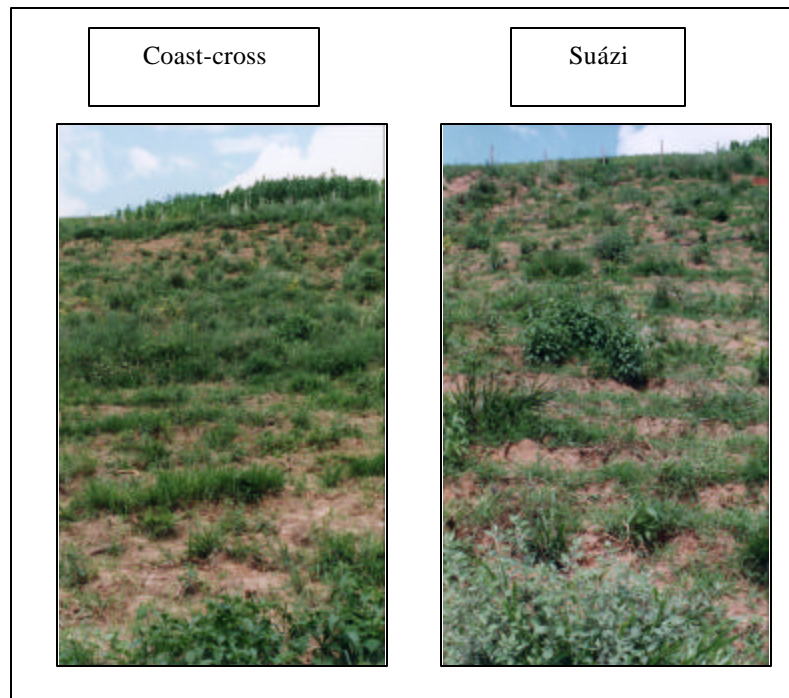
A área contígua ao experimento foi preparada pelo produtor sob o sistema convencional da região (“morro-abaixo”), utilizando para o preparo do solo um trator com arado e discos para plantio de tomate. A consequência desse tipo de manejo de solo pode ser observada em B, quando 30 dias após o preparo de solo ocorreu uma chuva forte.

A Figura 7 mostra a área experimental (A) à esquerda e o preparo “morro-abaixo” (B) feito pelo agricultor. Nota-se um sulco (C) já com aproximadamente 40cm de profundidade. Esse sulco é consequência do carreador da antiga cultura de tomate



**Figura 7. Comparação entre as erosões da área experimental (A) e da área contígua (B).**

As Figuras 8 e 9 mostram os aspectos das parcelas (paisagens) com capins na fase de implantação.



**Figura 8. Vista dos capins “Coast-cross” e Suázi na fase de estabelecimento.**



**Figura 9. Aspecto do capim Tifton 85 na fase de estabelecimento.**

Os capins Coast-cross e Suázi (Figura 8) iniciaram a emitir estalões antes de 30 dias, o que proporcionou rápida cobertura vegetal da área. Aos 60 dias após o plantio, essas gramíneas já cobriam totalmente a área.

O mesmo comportamento foi observado para o capim Tifton 85 (Figura 9). Entretanto, o capim Marandu somente cobriu o terreno 150 dias após o plantio.

O manejo das forrageiras foi realizado sempre no sentido de promover uma boa cobertura do solo. Por isso, foram realizados apenas cinco cortes nas gramíneas durante o experimento e os rendimentos de MS obtidos no experimento foram utilizados para comparação entre as mesmas.

Os rendimentos de MS obtidos em cinco cortes no talhão I são mostrados na Tabela 3.

**Tabela 3. Rendimento de matéria seca (kg/ha/corte) dos capins “Coast-cross”, Tifton 85, Suázi e Marandu, no talhão I.**

Capins	Data do corte					Média	Total
	18/06/96	07/11/96	20/02/97	13/01/98	01/04/98		
“Coast-cross”	4135	8036	6085	4444	5827	5705	28527
Tifton 85	3611	7485	5733	3572	5428	5166	25829
Suázi	4475	7053	9983	6738	5496	6749	33745
Marandu	5091	7424	12011	10884	9002	8882	44412

No talhão II, onde foram introduzidas as leguminosas arbóreas, foram feitos apenas quatro cortes, pois na época do primeiro corte no talhão I as leguminosas estavam muito pequenas e poderiam ser afetadas pelo corte.

De qualquer modo, os rendimentos de MS das gramíneas do talhão II mostrados na Tabela 4, foram satisfatórios, principalmente se levarmos em conta a qualidade nutritiva muito alta das três gramíneas estoloníferas utilizadas.

**Tabela 4. Rendimento de matéria seca (kg/ha/corte) dos capins “Coast-cross”, Tifton 85, Suázi e Marandu, no talhão II.**

Capins	Data do corte				Média	Total
	07/11/96	20/02/97	13/01/98	01/04/98		
“Coast-cross”	11021	10515	5506	6807	8462	33849
Tifton 85	6677	7815	4177	4815	5871	23484
Suázi	9522	12522	4106	3947	7524	30097
Marandu	10543	10007	9856	7707	9528	38113

Tendo em vista que o objetivo do trabalho foi avaliar a recuperação de área degradada através cobertura do solo com gramíneas, não podemos de forma alguma dizer que essa ou aquela gramínea em termos zootécnicos é melhor que a outra, pois o manejo feito não nos permite analisar os dados sobre esse aspecto.

De qualquer forma, do ponto de vista de cobertura do solo todas as gramíneas estoloníferas formaram um manto uniforme na superfície do solo. Entretanto, a Braquiária – Marandu, por seu hábito de crescimento mais ereto, não cobriu uniformemente o terreno e seu estabelecimento foi mais lento, necessitando de mais uma limpeza de manutenção.

Podemos também inferir que o capim Tifton 85 teve uma tendência de produzir menos MS que as outras gramíneas.

Após os cortes para avaliação das forrageiras do talhão I, a área era liberada para os animais fazerem o rebaixamento da matéria disponível, através do pastejo. Já no talhão II, para evitar que as mudas das árvores fossem pisoteadas, adotou-se o rebaixamento pelo corte mecânico, com aproveitamento do material para confecção de feno e venda de mudas de gramíneas pelo produtor.

Nas Figuras 10, 11 e 12 observa-se o aspecto das paisagens após um ano de plantio.



**Figura 10. Comparação entre as áreas plantada e não plantada após um ano.**



**Figura 11. Vista geral da área experimental após um ano de plantio das gramíneas.**





Figura 12. Pastagem de capim Braquiária Marandu após um ano do plantio.

#### 4.2 Leguminosas

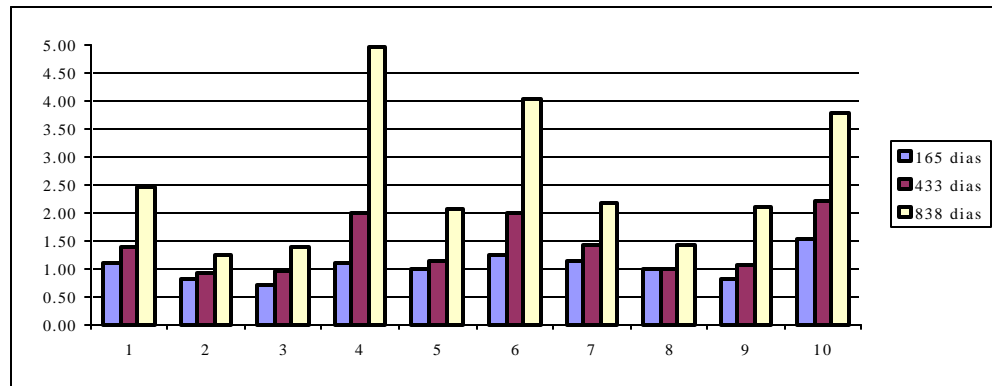
Nas leguminosas arbóreas foram medidos três parâmetros: altura da planta, diâmetro do caule e largura da copa, em três observações, uma a cada ano.

Uma vista geral da área aos dois anos após o plantio, onde as gramíneas e leguminosas (talhão II) foram implantadas, é mostrada na Figura 13.



Figura 13. Vista geral da área de leguminosas dois anos após o plantio e local da descrição do perfil cultural.

A média de dez repetições da altura das leguminosas arbóreas é mostrada na Figura 14. A altura das arvores foi medida aos 165, 433 e 838 dias após o plantio.

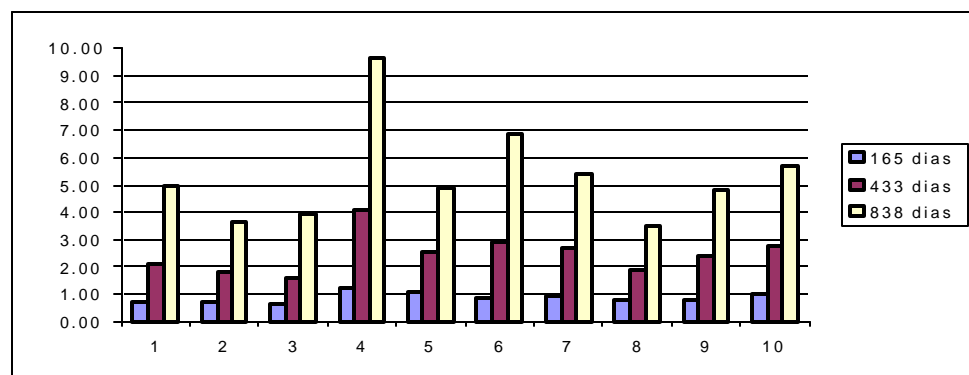


Nota: os números de 1 (um) a 10 (dez) representam as leguminosas arbóreas.

**Figura 14. Altura das leguminosas (m)<sup>1</sup>.**

Gliricídia (9) e Eritrina (4), utilizadas como moirão vivo, não foram plantadas na forma de estaca, mas de muda, como todas as demais. A Gliricidia atingiu 2,10 aos 28 meses e a Eritrina 1,98m aos 14 meses. Essas plantas quando utilizadas como moirão vivo, devem ser podadas com 1,8m de altura (Pio Corrêa, 1926).

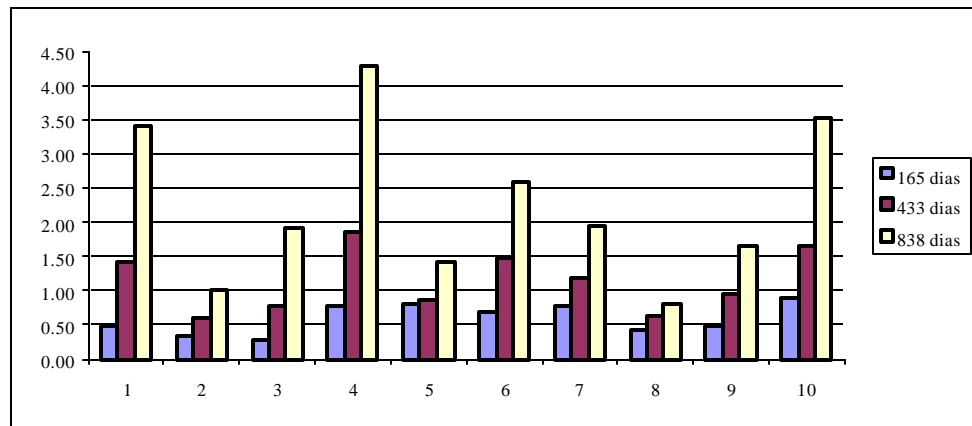
A média de dez repetições do diâmetro do caule das leguminosas arbóreas, nas mesmas datas é mostrado na Figura 15.



Nota: os números de 1 (um) a 10 (dez) representam as leguminosas arbóreas.

**Figura 15. Diâmetro do caule das leguminosas (cm)<sup>1</sup>.**

A largura da copa das leguminosas, também medida nas mesmas datas, é apresentada na Figura 16.



Nota: os números de 1 (um) a 10 (dez) representam as leguminosas arbóreas.

**Figura 16. Largura da copa das leguminosas (m)<sup>1</sup>.**

Considerando os três parâmetros em conjunto, podemos dizer que Eritrina (4), Acácia (6) e Sabiá (10) destacaram-se positivamente das demais e Leucena (8), Caliandra (2) e Angico Branco (3) tiveram desenvolvimento menos acelerado do que as outras leguminosas.

### 4.3 Recuperação dos horizontes

#### 4.3.1 Primeiro ano

A análise morfo-estrutural foi utilizada como ferramenta para avaliação da recuperação do horizonte superficial, compreendendo o estudo dos efeitos do preparo (tração animal) e, sobretudo, da evolução de seu estado estrutural relacionado com o crescimento do sistema radicular das diversas plantas introduzidas.

Na Tabela 5 são apresentados dados dos principais parâmetros utilizados na descrição e caracterização do perfil de solo utilizado como referência (**P**), para início da avaliação. A descrição do perfil **P**, foi feita 30 dias após o plantio das gramíneas, em terço médio de encosta, e a densidade real dos horizontes foi em média 2,62g/cm<sup>3</sup>.

**Tabela 5. Resultados das análises físicas e químicas do perfil referência (P), no início da avaliação.**

		Análises Físicas			
Horizonte (profundidade)	Densidade aparente	Porosidade total (% saturação)	Microporosidade (0,006 Mpa)	Macroporosidade	
cm	g/cm <sup>3</sup>	-----cm <sup>3</sup> /100 cm <sup>3</sup> -----			
Ap (0 - 45)	1,38	47	33	14	
Bt1 (45 - 92)	1,53	41	34	07	

Análises Químicas								
Horizontes	pH em água	Al cmol <sub>c</sub> /kg	Ca + Mg cmol <sub>c</sub> /kg	P mg/kg	K cmol <sub>c</sub> /kg	H+ Al cmol <sub>c</sub> /kg	C g/kg	N g/kg
Ap	4,3	0,7	0,4	5	0,17	3,9	8,9	0,9
Bt1	4,3	0,6	0,6	1	0,06	2,6	3,9	0,6

Na Tabela 6 são apresentados os principais parâmetros utilizados para a descrição e caracterização dos perfis de solos, após um ano de implantação. As descrições dos perfis **PC1**, **PT1**, **PS1** e **PM1**, nas parcelas sob os capins “Coast-cross”, Tifton 85, Suázi e Marandu, respectivamente, foram descritos um ano após o plantio das gramíneas, em terço médio de encosta e a densidade real dos horizontes foi em média de 2,56 g/cm<sup>3</sup>.

Em relação ao estabelecimento, no primeiro ano observou-se que houve uma diminuição na densidade aparente do solo em todas as parcelas estudadas no horizonte de superfície (1,38 para em torno de 1,29), condicionado pelo aumento da porosidade total e da macroporosidade (47 e 14 para 52 e 22, respectivamente).

Do ponto de vista químico, ocorreu pequeno aumento dos teores de cálcio, magnésio e de carbono. Esse resultado era esperado, pois o tempo para que houvesse uma reciclagem de nutrientes dos horizontes mais profundos foi muito pequeno.

**Tabela 6. Resultados das análises físicas e químicas dos horizontes Ap após 1 ano.**

Análises Físicas									
Horizonte (profundidade)	Densidade aparente	Porosidade total ( % saturação )		Microporosidade (0,006 Mpa)		Macroporosidade			
cm	g/cm <sup>3</sup>	-----cm <sup>3</sup> /100 cm <sup>3</sup> -----		-----		-----			
PC1 Ap (0 – 27)	1,27	52		24		28			
PT1 Ap (0 – 30)	1,29	48		36		12			
PS1 Ap (0 – 34)	1,34	52		30		22			
PM1 Ap (0 – 45)	1,27	54		30		24			

Análises Químicas									
Horizontes	pH em água	Al	Ca	Mg	P	K	H+ Al	C	N
		-----cmol/kg-----			mg/kg	-----cmol/kg--		-----g/kg----	
		---				----		---	
PC1 Ap	4,5	0,8	0,8	0,6	3	0,14	4,6	10,8	1,0
PT1 Ap	4,7	0,5	1,1	0,5	2	0,07	3,3	9,7	0,9
PS1 Ap	4,3	1,2	0,7		7	0,11	4,1	9,0	0,9
PM 1Ap	4,4	0,8	0,8	0,5	14	0,08	3,5	7,9	0,8

PC1 (“Coast-cross”); PT1 (Tifton 85); PS1 (Suázi) e PM1 (Marandu).

Em relação aos estudos dos perfis culturais, podem-se tecer algumas considerações em relação às gramíneas implantadas.

O valor mais alto da porosidade total foi obtido para **PM1**, no horizonte Ap (54 %), com uma macroporosidade de 24 %,.. O horizonte Bt2 do perfil **PS1** mostra uma boa distribuição de raízes finas verticais até mais de 90cm de profundidade; numerosos poros tubulares sem orientação dominante, assim como uma melhor incorporação de matéria orgânica, que se manifesta na forma de manchas brunas em todo o horizonte. Globalmente, os perfis **PS1** e **PC1** aparecem mais arejados, com melhor equilíbrio ar/água do que os outros perfis comparados; há uma nítida tendência à recuperação da estrutura no perfil **PS1**, que passa a ser em blocos subangulares, média e grande, moderadamente desenvolvida, que se desfaz em pequena e média, fraca a moderada.

Há de ressaltar também a densa e contínua cobertura do solo pelo capins estoloníferos, o que freia os riscos de erosão laminar por rolamento, diminuindo o efeito de embate de destruição dos agregados do solo quando descoberto. Por outro lado, a abundância de raízes em cabeleira distribuídas em todos os horizontes do perfil, apesar de uma ligeira diminuição com a profundidade, contribui para uma boa estabilização do solo, uma melhor taxa de infiltração de água, com a incorporação de matéria orgânica, pela atividade biológica e a reciclagem de nutrientes, favorecendo assim a recuperação da estrutura do solo e a melhoria de sua fertilidade.

O sistema radicular dos capins “Coast-cross” e Tifton 85 aprofundaram-se no perfil como o do capim Suázi, porém com menor quantidade de raízes. O capim Tifton 85 apresentou ainda poucos rizomas subsuperficiais numa profundidade entre 3 e 5cm da superfície do solo.

É possível, tendo como base os resultados de porosidade e caracterização dos perfis através da análise morfo-estrutural, (estrutura, porosidade, desenvolvimento das raízes, atividade biológica ...), observar que há uma tendência do capim Suázi proporcionar nesta fase inicial (primeiro ano) uma melhor recuperação física do solo estudado. A comparação entre as parcelas sob “Coast-cross”, Tifton 85, Suázi e Braquiária, mostra melhor performance do Suázi em relação às outras espécies.

Considerando o conjunto dos parâmetros estudados, a capacidade de recuperação do solo no primeiro ano apresentou a seguinte tendência:

Suázi > “Coast-cross” > Tifton 85 > Braquiária

Isso talvez possa ser explicado em função do diâmetro médio das raízes dos capins. Quanto mais fina a raiz, maior será a superfície específica do sistema radicular e conseqüentemente o contato das raízes com o solo é maior.

### 4.3.2 Segundo ano

No segundo ano, também foram descritos os perfis **PC2**, **PT2**, **PS2** e **PM2**, sob as parcelas de gramíneas “Coast-cross”, Tifton 85, Suázi e Marandu, respectivamente.

Visto que no segundo ano as leguminosas arbóreas ainda não haviam influenciado o crescimento das gramíneas, tanto no sombreamento, que era insignificante, como na produção de MS (6.438 e 5.819kg de MS/ha, no último corte de cada talhão), foram abertos perfis apenas em duas parcelas de leguminosas (Sabiá e Acácia) para verificar o desenvolvimento de suas raízes, correspondendo aos perfis **PSb1** e **PAc1**.

Na Tabela 7 são apresentados os principais parâmetros utilizados para a descrição e caracterização dos perfis. Estes (**PC2**, **PT2**, **PS2** e **PM2**) foram descritos em outubro de 1997 (dois anos após o plantio das gramíneas) em terço médio de encosta e a densidade real dos horizontes foi em média de 2,62g/cm<sup>3</sup>.

**Tabela 7. Resultados das análises físicas e químicas dos horizontes Ap após 02 anos.**

Análises Físicas									
Horizonte (profundidade)	Densidade aparente	Porosidade total (% saturação)		Microporosidade (0,006 Mpa)		Macroporosidade			
cm	g/cm <sup>3</sup>	-----cm <sup>3</sup> /100 cm <sup>3</sup> -----							
		-----							
PC2 Ap (0 – 27)	1,25	52		28		24			
PT2 Ap (0 – 25)	1,25	52		27		25			
PS2 Ap (0 – 28)	1,24	48		31		17			
PM2 Ap (0 – 45)	1,23	53		24		29			

Análises Químicas									
Horizontes	pH em água	Al	Ca	Mg	P	K	H+ Al	C	N
		-----cmol <sub>c</sub> /kg-----			mg/kg	----cmol <sub>c</sub> /kg---		-----g/kg-----	
		-				-			
PC2 Ap	4,2	1,3	0,6	1,3	3	0,17	6,2	12,2	1,1
PT2 Ap	4,8	0,3	2,0	0,5	7	0,44	5,0	12,5	1,3
PS2 Ap	4,5	1,0	1,0	0,8	17	0,34	6,7	13,5	1,4
PM2 Ap	4,4	0,7	1,0	0,6	9	0,20	6,2	12,1	1,2

PC2 (“Coast-cross”); PT2 (Tifton 85); PS2 (Suázi) e PM2 (Marandu).

Nesse segundo ano, do ponto de vista físico, a densidade, porosidade total e macroporosidade no horizonte de superfície mantiveram as alterações ocorridas no primeiro ano. Esse resultado era esperado, pois a ação da gramínea (decomposição anual da terça parte do sistema radicular) altera a estrutura do solo no primeiro ano e cria um equilíbrio na mesma a partir do segundo ano.

No horizonte Ap, houve um ligeiro aumento de Ca e Mg solúveis e no teor de carbono, mostrando reciclagem de nutrientes e uma recuperação da atividade biológica.

A microporosidade varia pouco entre os horizontes dos perfis, aumentando na profundidade ( $\cong 28\%$ , nos horizontes Ap e  $\cong 34\%$  nos horizontes Bt). O valor mais alto da porosidade total foi obtido para **PM2**, no horizonte Ap (53%), com uma macroporosidade de 29%, que, no horizonte Bt, atinge ainda 10%. A atividade biológica no horizonte Bt1 do perfil **PS2** é forte, moderada nos **PC2** e **PT2** e reduzida no perfil **PM2**.

O horizonte Bt2 dos perfis **PT2** e **PS2** contém uma abundante distribuição de raízes finas e médias, verticais até mais de 90cm. No perfil **PC2** as raízes no horizonte Bt2 são comuns, fasciculadas, finas e muito finas e são mais numerosas do que no horizonte Bt1, e no perfil **PM2** as raízes diminuem no Bt1, dando uma aparência de cone invertido e poucas raízes atingem o horizonte Bt2.

Observando o perfil referência (Figura 17), nota-se que há poucas raízes no horizonte Ap e raras no horizonte Bt. Nessa Figura, nota-se também que há pouca diferença de tonalidade da cor vermelha entre esse dois horizontes, evidenciando que o horizonte Ap estava se desenvolvendo em material proveniente do horizonte B, uma vez que o horizonte A original foi removido por erosão.



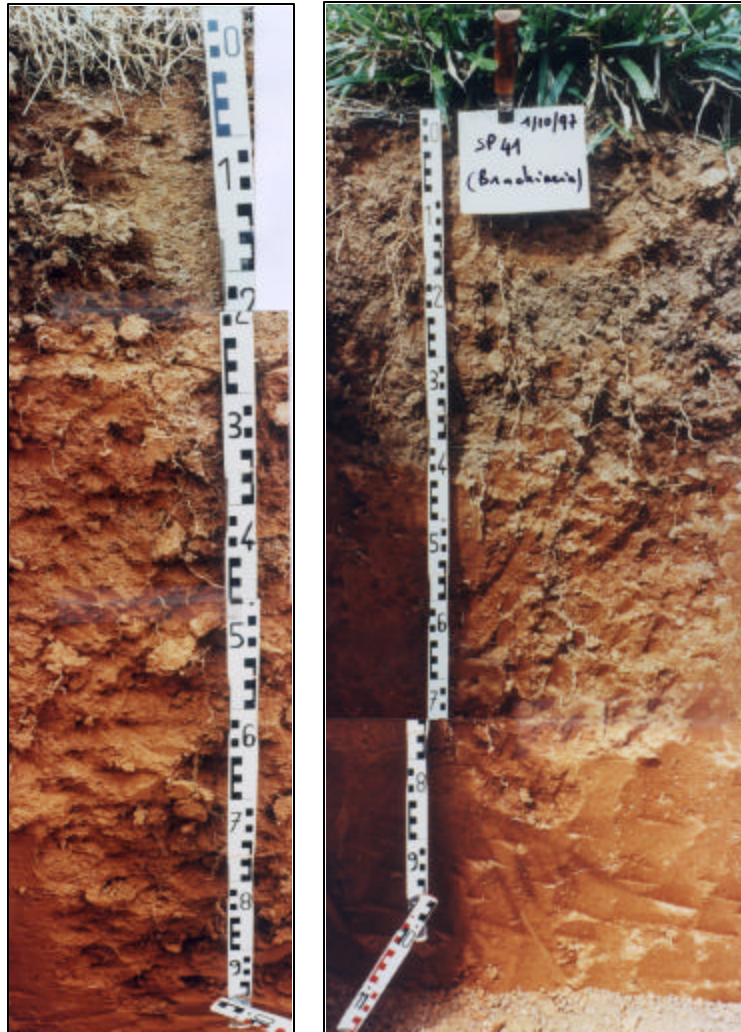


**Figura 17. Perfil referência, fase de implantação.**

Uma vista geral dos perfis no segundo ano é mostrado na Figura 18. Nessa Figura, podemos observar a quantidade e distribuição de raízes ao longo do perfil e os contrastes entre os horizontes Ap e Bt.

Suázi – PS2

Marandu – PM2



**Figura 18. Comparação entre as raízes dos capins Suázi e Marandu.**

Na Figura 18, nota-se que as raízes do capim Suázi (também o Tifton 85 e “Coast-cross), penetram moderadamente nos horizontes Bt de todos os perfis, enquanto as raízes do capim Marandu se concentram mais nos primeiros 45cm de solo, que correspondem ao horizonte Ap desse perfil. Visto que todas as gramíneas (em menor ou maior quantidade) aprofundaram seu sistema radicular em todos os horizontes do perfil a reciclagem de nutrientes dos horizontes mais profundos para o superficial pôde ser observada. Esses resultados confirmam estudos de Callot et al. (1982), que afirmaram que as gramíneas podem se nutrir com 10% de suas raízes, mesmo na fase de crescimento.

Tendo como base os resultados de porosidade e caracterização dos perfis através da análise morfo-estrutural (estrutura, porosidade, desenvolvimento das raízes, atividade biológica), observamos que há uma tendência do capim Suázi continuar proporcionando no segundo ano melhor recuperação física do solo estudado.

A comparação entre as parcelas sob “Coast-cross”, Tifton 85, Suázi e Braquiária, mostra melhor performance do Suázi em relação às outras espécies.

Considerando o conjunto dos parâmetros estudados, a capacidade de recuperação do solo no segundo ano apresentou a seguinte tendência:

Suázi > “Coast-cross” > Tifton 85 > Braquiária

Essa seqüência é a mesma observada no primeiro ano, e o diâmetro médio das raízes parece ter uma influência determinante na recuperação dos horizontes de superfície.

#### **4.4 Comparação das raízes de gramíneas com as de leguminosas arbóreas**

Para verificar o efeito das leguminosas arbóreas quanto à penetração de raízes, foram abertos dois perfis, um ao lado de uma planta de Sabiá e outro ao lado de uma de Acácia. Como o comportamento referente à penetração de raízes das duas foi semelhante, será mostrada somente os aspectos da leguminosa Sabiá.

Verifica-se que a penetração de raízes do Sabiá sofreu grande influência do gradiente textural entre os horizontes Ap e Bt e que até o primeiro ano as raízes concentraram-se nos primeiros 30cm do solo. As raízes são numerosas, pequenas e não ultrapassam as camadas mais adensadas do perfil. Nota-se que uma raiz mais grossa sofreu desvio lateral e acompanha a superfície do solo, a 15cm de profundidade.

No segundo ano, ocorreram desvios laterais das raízes ao atingirem o horizonte Bt. Na Figura 19, fica caracterizada a ausência de uma raiz pivotante penetrando o horizonte Bt. O que se nota é a lateralidade de raízes grossas acompanhando o declive, subsuperficialmente.



**Figura 19. Desvio lateral das raízes de Sabiá.**

Na Figura 20, as raízes marcadas com as letras A e B mostram que o desvio lateral que ocorre com as raízes de Sabiá tanto pode se dar na superfície como na transição do horizonte Ap para o horizonte Bt.



**Figura 20. Detalhe do desvio lateral das raízes de Sabiá.**

Verifica-se que enquanto as raízes da leguminosa sofreram desvio lateral, as raízes da gramínea penetraram verticalmente no horizonte Bt mais adensado. Esse fato pode ser atribuído à diferença textural e à porosidade dos horizontes do perfil do solo e ao

comportamento hídrico do solo (Callot et al. 1982). Quando há desvio de raízes, a capacidade de absorção de água e nutrientes diminui, acarretando um menor desenvolvimento da parte aérea das plantas (Maertens, 1964).

É sabido por literatura o aporte de N que as leguminosas adicionam no sistema. Entretanto, quando o objetivo do trabalho for a reciclagem de nutrientes e a recuperação da atividade biológica na superfície do solo, as leguminosas arbóreas não devem ser usadas isoladamente, pois como foi mostrado ela apresenta dificuldade para penetrar camadas mais densas do perfil. Sendo assim, é recomendável uma associação com gramíneas forrageiras perenes.

#### **4.5 Validação da pesquisa nas regiões norte e noroeste do Estado do Rio de Janeiro.**

Boa parte das áreas das regiões norte e noroeste do estado (a porção acidentada) apresenta degradação, em progresso preocupante.

Com base nos resultados obtidos no trabalho em Paty do Alferes, foi implantado, em 1998, no município de São Fidélis, um campo de observação e demonstração de sistemas de recuperação de áreas degradadas (Figura 21).



**Figura 21. Vista de degradação em São Fidélis, RJ.**

Em uma elevação com declividade elevada foram iniciados dois trabalhos. Na parte que estava em estágio de degradação menos intensa, foi plantado o capim Suázi, da mesma

forma utilizada em Paty do Alferes: adubação, aração com tração animal, transversalmente ao maior declive e plantio da gramínea. A pastagem está estabelecida e em utilização por bovinos em pastejo (Figuras 22 e 23).



**Figura 22. Capim Suázi após dois meses de plantio.**



**Figura 23. Capim Suázi após quatro meses de plantio.**

Na parte em que a degradação era bem mais adiantada (erosão em estado bem avançado Figura 22), a qual não permitia qualquer trabalho de preparo do terreno, foram plantadas árvores, no espaçamento 2,0 x 1,5m, com adubação orgânica (esterco bovino), fosfato de rocha e cloreto de potássio na cova. As espécies plantadas foram: *Acacia*

*holosserissima*, *Acacia angustissima*, *Acacia mangium*, *Albizia lebek*, *Mimosa caesalpiniaefolia*, *Calabura sp* e *Gliricidia sepium*.

O estabelecimento das mudas foi bom, esperando-se que o crescimento das plantas seja satisfatório. Pelo pequeno espaço de tempo decorrido, ainda não se obteve nenhum dado que se possa levar em conta para qualquer consideração a respeito.

Pode-se apenas afirmar que as mudas de Sabiá, plantados antes das outras espécies, por questão de disponibilidade de mudas, estão com bom desenvolvimento, como se pode observar na Figura 24. Nove meses após o plantio, aproximadamente 50% das árvores atingiram 1,5m e algumas já ultrapassavam 2,5m de altura.



**Figura 24. Fileira de Sabiá plantada entre a área de menor degradação a esquerda (capim Suázi) e maior degradação a direita (leguminosas arbóreas).**

#### **4.6 Considerações finais**

Em se tratando de áreas nitidamente degradadas pela cultura de hortaliças e mau uso do solo, não se deve esperar que em apenas dois anos as características originais dos horizontes superficiais sejam totalmente regeneradas. Entretanto, no momento, pelo que foi estudado, algumas conclusões podem ser tiradas.

## 5 CONCLUSÕES

As gramíneas proporcionaram aumento da porosidade total (47 para 52%) e da macroporosidade (14 para 22%), já a partir do primeiro ano, em relação ao estabelecimento.

Todas as gramíneas estudadas proporcionaram boa cobertura vegetal, evitando assim a erosão por embate, laminar e em sulco.

A *Brachiaria brizantha* (Marandu) ainda apresentava claros na pastagem após dois anos de implantação, devido ao seu hábito de crescimento mais ereto.

A *Erythrina velutina* (Eritrina), *Acacia mangium* (Acácia) e a *Mimosa caesalpiniaefolia* (Sabiá) foram as leguminosas que se destacaram no conjunto de parâmetros avaliados.

A *Erythrina velutina* (Eritrina) e a *Gliricidia sepium* (Gliricidia), utilizadas como moirão vivo, atingiram altura de manejo no primeiro e segundo ano, respectivamente.

Todas as gramíneas promoveram a reciclagem para ao horizonte superficial do solo de pequena quantidade de Ca (cálcio) e Mg (magnésio), da ordem de 0,4cmol de  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$  no estabelecimento, para 1,1cmol de  $\text{Ca}^{++} + 0,8\text{cmol}$  de  $\text{Mg}^{++}$  no segundo ano.

O teor de carbono no horizonte Ap ao estabelecimento das gramíneas (8,9 g/kg) foi aumentado no segundo ano (12,6g/kg).

Todas as gramíneas testadas promoveram recuperação do horizonte Ap.

Considerando os parâmetros estudados, uma hierarquização quanto à capacidade de recuperação do solo até o segundo ano pode ser assim sugerida:

Suázi > “Coast-cross” > Tifton 85 > Braquiária



## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, O. N.; ALLEN, E. K. **The Leguminosae**. Madison: University of Wisconsin Press, 1981. 812 p.
- ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. da; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 2, p. 175-185, 1995.
- AMADO, T. J. C.; COSTA, L. M. da; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A. J. **Determinação da cobertura do solo por adubos verdes**. Florianópolis: EMPASC, 1987. 6 p. (EMPASC. Pesquisa em Andamento, 78).
- ARONOVICH, S.; CARVALHO, S. R. As pastagens e a conservação do solo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. **Anais dos simpósios...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p. 341-351.
- ARONOVICH, S.; MELLA, S. C. **Pastagens**. Rio de Janeiro: Petrobrás Fertilizantes. 1990. Cap. 18, 8 p. (Projeto Preservação do Solo).
- BAGGIO, A. J.; CARPANESE, A. O. B. Alguns sistemas de arborização em pastagens. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Curitiba, v. 17, p. 47-60, 1987.
- BERTONI, J. Conservação do solo em pastagem. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9., 1965, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1965, p. 583-586.
- BURTON, G. W.; GATE, R. R. N.; HILL, G. W. Registration of "Tifton 85" Bermudagrass. **Crop Science**, Madison, v.33, p. 644-645, 1993.
- CALLOT, G.; CHAMAYOU, H.; MAERTENS, C.; SALSAC, L. **Les interactions sol-racine: incidence sur la nutrition minérales**. Paris: INRA, 1982.325 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ; Brasília, DF: EMBRAPA-SPI. 1994. 640 p.

CARVALHO, S. R. **Tassement des sols ferrallitiques mis en culture:** apport d' une analyse compartimentale de l'espace poral de sols "podzolicos" (état de Rio de Janeiro, Brésil). Paris: Université de Paris : Institut National de la Recherche Agronomique, 1990. 200 p. These présentée pour l'obtention du Doctorat de l'Université Paris.

CARVALHO, S. R.; DIAS, P. F.; ARONOVICH, S. Importância de gramíneas forrageiras perenes na recuperação de solos degradados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Niterói: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p. 26-33.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412 p.

GRIFFITH, J. J. **Recuperação conservacionista de superfícies mineradas.** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1980. 51 p. (SIF. Boletim Técnico, 2).

HENIN, S.; GRAS, R.; MONNIER, G. **Le profil cultural:** l'état physique du sol et ses conséquences agronomiques. Paris: Masson, 1969. 320 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras :** Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: PLANTARUM, 1992. 352 p.

MAERTENS, C. Influence des propriétés physiques des sols sur le développement racinaire et conséquences sur l'alimentation hydrique et azotée des cultures. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 28, p. 1-11, 1964.

MARASCHIM, G. E. Manejo de plantas forrageiras dos gêneros Digitaria, Cynodon e Chloris. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 9., 1988. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1988. p. 109-135.

MERTEN, G. H.; FERNANDES, F. F.; MACHADO, M. Estratégias de manejo para solos de baixa aptidão agrícola da região Centro-Sul. In: MERTEN, G. H. **Manejo de solos de baixa aptidão agrícola no Centro-Sul do Paraná.** Londrina: IAPAR, 1994. p. 55-110. (IAPAR. Circular, 84).

MICKENHAGEM, R. Produção de feno ao nível de produtor. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO CYNODON, 1996., Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1996, p. 69-75.

MOORE, C. W. E. The interaction of species and soil in relation to the distribution of Eucalyptus. **Ecology**, Durham, v. 40, p. 734-735, 1959.

MYRE, M. **As pastagens da região de Maputo**. Moçambique: Instituto de Investigação Agronômica de Moçambique, 1971. 181 p. Tese Investigador Chefe do Instituto de Investigação Agronômica de Moçambique. (Memórias, 3).

PEDLEY, L.; ISBELL, R. F. Plant communities of Cape York Peninsula. **Proceedings Research Society**, Queensland, v. 82, n. 1, p. 51-74, 1971.

PEIXOTO, A. L.; FRANCO, A. A.; ALMEIDA, D. L. de; DIAS, P. F.; GERMANO FILHO, P.; BLANCANEUX, P.; RIBEIRO, R. L. D.; ARONOVICH, S.; CAMARGO FILHO, S. T.; CARVALHO, S. R. de. A análise morfo-estrutural como ferramenta para avaliação da recuperação de solos degradados em Paty do Alferes. Resultados preliminares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Excursão de manejo e conservação de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA CNPS: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. p. 29-33.

PIO CORRÊA, M. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio, 1926. 6 v.

RUELLAN, A. **Descobrir o solo**. Rio de Janeiro: Assessoria Serviços a Projetos de Agricultura Alternativa; Montpellier: Centre National d'Etudes Agronomiques des Regions Chaudes, 1990. 45 p.

SPAROVEK, G. Conservação do solo. In: SEMANA DE ZOOTECNIA, 14., 1992, Pirassununga. **Anais...** Campinas: Fundação CARGIL, 1992. p. 1-12.

STORY, R. Vegetation of the Alligator River Area. In: LANDS of the Alligator River Area, Northern Territory. Queensland: CSIRO, 1967. p. 89-111. (CSIRO. Land Research Series, 38).

WHYTE, R. O.; MOIR, T. R.; COOPER, J. P. **Grasses in Agriculture**. Rome: FAO, 1959. 427 p. (FAO Agricultural Studies).

XAVIER, D. F. **Leguminosas**: fixação de N<sub>2</sub> e sua importância como forrageira. Curso de pecuária leiteira. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1990. 25 p. (EMBRAPA. CNPGL. Documentos, 36).

**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA  
E DO ABASTECIMENTO**



Produção editorial  
*Embrapa Solos*  
Área de Comunicação e Negócios (ACN)